ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ESIL UNIVERSITY

Техника ғылымдарының кандидаты, доцент С. А. Құлмамыровтың 70 жылдығына арналған **«ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМЫТУДЫҢ ЗАМАНАУИ ТЕНДЕНЦИЯЛАРЫ МЕН БОЛАШАҚТАРЫ»** тақырыбындағы халықаралық ғылыми-техникалық конференциясы
27.04.2026 ж.

Международная научно-техническая конференция на тему:
«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»
посвящённую 70-летнему юбилею кандидата технических наук, доцента Кульмамирова С. А.
27.04.2026 г.

International scientific and technical conference on the topic:
"CONTEMPORARY TRENDS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF DIGITAL TECHNOLOGIES AND INFORMATION SYSTEMS"
dedicated to the 70th anniversary of Candidate of Technical Sciences, Associate Professor S. A. Kulmamirov
27.04.2026 y.

Астана / Astana – 2026

УДК 004
ББК 32.973
С20

Техника ғылымдарының кандидаты, доцент С. А. Құлмамыровтың 70 жылдығына арналған **«Цифрлық технологиялар мен ақпараттық жүйелерді дамытудың заманауи тенденциялары мен болашақтары»** тақырыбындағы халықаралық ғылыми-техникалық конференциясы – Астана: «Esil University» БПО, 2026. – 600 б.

Международная научно-техническая конференция на тему **«Современные тенденции и перспективы развития цифровых технологий и информационных систем»**, посвященная 70-летию кандидата технических наук, доцента С. А. Кульмамирова – Астана: ИПЦ «Esil University», 2026. – 600 с.

ISBN 978-601-82494-4-0



Под редакцией:
д.э.н., профессора А.А. Таубаева

Ответственные за выпуск:
Кульмамиров С. А. – и. о. доцента, к.т.н., академик МАИН,
А.Ұ. Мұхиядин PhD, и.о. доцента кафедры «Информационные системы и технологий»,
Л. М. Абдибекова – магистр, ст. преподаватель кафедры «Информационные системы и технологий», Д. Б. Кенебаева – магистр, ст. преподаватель кафедры «Информационные системы и технологий», А. И.Акмолдина – магистр, ст. преподаватель кафедры «Информационные системы и технологий», З. Аманбайқызы магистр, преподаватель кафедры «Информационные системы и технологий».

В настоящий сборник включены материалы отражающие результаты научных исследований преподавателей и обучающихся по актуальным направлениям развития экономики, общества, управления, цифровых технологий и гуманитарных наук. В публикациях рассматриваются вопросы современных тенденциях и перспективы развития цифровых технологий и информационных систем. Отдельное внимание уделено цифровизации, искусственному интеллекту, информационным технологиям, кибербезопасности, защиты данных и их применению в экономике, образовании, управлении и социальной сфере.

Материалы сборника предназначены для преподавателей и обучающихся, магистрантов, докторантов, молодых ученых, а также специалистов, интересующихся современными направлениями научных исследований.

Конференция материалдары автордың түпнұсқасы негізінде басылып шығарылған.

Материалы конференции представленыс авторских оригиналов.

ISBN 978-601-82494-4-0

© «Esil University» мекемесі, 2026
© «Esil University» БПО, 2026

Абдыманапов С. А., д.п.н., профессор,
Құлмамыров С. А., доцент м.а., т.ғ.к., ХИА академигі,
Есіл университеті

ҒЫЛЫМИ МӘТІНДЕРДІ ТАЛДАУДАҒЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ АЛГОРИТМДЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

Аңдатпа: Мақалада NI LabVIEW бағдарламасын пайдаланудың ағымдағы жағдайы, сондай-ақ қолданбалы мақсаттарға арналған арнайы құралдар мен кітапханалардың шығарылымы сипатталған. Қарастырылып отырған саланы шолу нәтижелері бағдарламаланатын логикалық микросхемалар мен контроллерлер және сигналдық процессор негізінде енгізілген автоматтандырылған жүйелерді дамыту саласында LabVIEW бағдарламасын қолдану жолдарын құруды негіздеуге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: LabVIEW, басқару жүйесі, ендірілген жүйе, АЖ, DAQ

Аннотация: В статье описывается текущее состояние использования NI LabVIEW, а также выпуск инструментов и библиотек для конкретных приложений. Результаты обзора рассматриваемой области позволяют обосновать создание способов использования программы LabVIEW в области разработки автоматизированных систем, реализованных на основе микросхем программируемой логики, микроконтроллеров и процессоров сигналов.

Ключевые слова: LabVIEW, система управления, встроенная система, IS, DAQ

Summary: The article describes the current state of use of the NI LabVIEW program, as well as the release of specialized tools and libraries for application purposes. The results of the review of the area under consideration allow us to justify the creation of ways to apply the LabVIEW program in the field of development of embedded automated systems based on programmable logic chips, microcontrollers and signal processors.

Key words: LabVIEW, control system, embedded system, IS, DAQ

Бұл мақала ғылыми мәтіндерді талдаудағы математикалық алгоритмдердің тиімділігін бағалауға арналған. Зерттеу талдаудың өнімділігі мен дәлдігін арттыру үшін ғылыми мәтіндерді өңдеудің және жіктеудің оңтайлы әдістерін анықтау мақсатында жүргізіледі. Бұл жұмыста біз алгоритмдердің тиімділігін бағалау, мысалға дәлдік, толықтық, F-өлшем, сондай-ақ ROC-қисығы және қателер матрицасы сияқты критерийлерін талдаймыз.

Ғылыми мәтіндердің ерекшеліктеріне, мысалы, нақты терминдердің, формулалардың, сілтемелердің керектігіне арналған. Сонымен қатар, ғылыми мәтіндердің тақырыптық байланысын анықтау мәселесі қарастырылады, бұл тек мазмұнды ғана емес, сонымен қатар терминдер арасындағы контекст пен байланыстарды да ескеруді талап етеді. Зерттеу нәтижелерін ғылыми мәтіндерді талдау процесін оңтайландыру, осындай мәтіндерді өңдеу мен жіктеуді автоматтандыру құралдарын әзірлеу және ғылыми зерттеулердің дәлдігі мен сенімділігін арттыру үшін пайдалануға болады.

Мәтінді талдау – бизнес, білім беру, маркетинг және ғылыми зерттеулер сияқты көптеген салаларда маңызды рөл атқарады.

Мысалы, бұл мәтіннің мәні мен мазмұнын түсінуге, негізгі ақпаратты бөліп көрсетуге, негізгі тақырыптарды анықтауға және мәтінің ақпаратына негізделген шешімдер қабылдауға көмектеседі.

Сондай-ақ, бұл өнім, қызмет немесе оқиға туралы қоғамдық пікірді бағалауға көмектеседі немесе шолулар мен пікірлерді талдау арқылы тұтынушыларға қызмет көрсету процестері мен өнім сапасын жақсартуға болады.

Қазіргі уақытта ғылыми мәтінді талдау ғылым, зерттеу, медицина және технология сияқты әртүрлі және өте кең таралған салаларда ерекше маңызды рөл атқарады. Төменде тізімі берілген ғылыми мәтінді талдау күшті әсер ететін бірнеше салалар:

Трендтерді анықтау және зерттеу салаларын дамыту: ғылыми мәтіндерді талдау зерттеу тенденцияларын анықтауға, зерттеудің перспективалық бағыттарын анықтауға, сондай-ақ белгілі бір салалардағы жетістіктерді анықтауға мүмкіндік береді.

Әдебиеттерге шолу: ғылыми мәтіндерді талдау зерттеушілерге әдебиеттерге шолу жасауға, негізгі жұмыстарды анықтауға және әртүрлі көздерден ақпаратты синтездеуге көмектеседі.

Жаңа ашылулар мен қатынастарды табу: мәтіндерді талдау жаңа гипотезалар мен жаңа білімдердің ашылуына ықпал ететін мәліметтер арасындағы жаңа байланыстар мен өзара әрекеттесулерді анықтауға мүмкіндік береді.

Зерттеу барысында келесі негізгі ойларға назар аударды қ:

1) Әр түрлі математикалық алгоритмдер мен әдістерді қолдана отырып, деректерді мұқият талдады. Бұл әртүрлі айнымалылар арасындағы негізгі тенденцияларды, заңдылықтарды және қатынастарды анықтауға мүмкіндік берді.

2) Осы зерттеуге қатысты ең маңызды терминдер мен ұғымдарды анықтау үшін кілт сөздер мен сөз тіркестерін алу әдістерін қолданды. Бұл құжаттағы ақпаратты жақсырақ құрылымдауға және ұйымдастыруға көмектесті.

3) Ғылыми мақалаларды ұқсастықтары бойынша топтастыру үшін кластерлеу әдістерін қолданды. Бұл бізге зерттелетін саладағы жалпы

тақырыптар мен тенденцияларды бөліп көрсетуге және зерттеу контекстін жақсырақ түсінуге мүмкіндік берді.

4) Ғылыми мақалалар кіретін тақырыптар мен категорияларды анықтау үшін мәтіндерді жіктеу әдістерін қолданды. Бұл бізге зерттеудегі ақпаратты дәлірек ұйымдастыруға және құрылымдауға көмектесті.

Алгоритмдердің тиімділігін бағалау. Математикалық алгоритмдердің тиімділігін бағалау ғылым мен технология саласындағы маңызды міндет болып табылады. Мұндай бағалау алгоритмнің өз міндетін қаншалықты жақсы орындайтынын және оны басқа алгоритмдермен қалай салыстыратынын анықтауға мүмкіндік береді.

Сондай-ақ, мәтінді талдау сапасын бағалауда талдау алгоритмдерінің тиімділігі мен дәлдігін анықтауға көмектесетін әртүрлі көрсеткіштер қолданылады. Төменде соның кейбіреулері жазылған:

Дәлдік (Precision): бұл көрсеткіш алгоритмнің мәтіндерді қаншалықты дәл жіктейтінін өлшейді. Ол алгоритм осы классқа тағайындаған барлық мәтіндерге қатысты дұрыс жіктелген мәтіндердің үлесін анықтайды. [1]

Толықтығы (Recall): алгоритмнің тағайындалған класстағы барлық мәтіндерді қаншалықты анықтайтынын өлшейді. Ол бастапқы деректер жиынтығындағы осы класстағы барлық мәтіндеріне қатысты берілген класстың дұрыс жіктелген мәтіндерінің үлесін анықтайды. [2]

F-өлшем (F-measure): F-өлшем дәлдік пен толықтығының арасындағы гармоникалық орта болып табылады. Бұл екі көрсеткішті бір уақытта есепке алуға мүмкіндік береді және мәтінді талдау сапасына жалпы баға береді. [1]

Қателер матрицасы (Confusion Matrix): қате матрицасы алгоритмнің мәтіндерді класс бойынша қалай жіктейтінін көрсететін кесте. Бұл алгоритмнің қателіктерін визуализациялауға, талдауға және оның қандай жағдайда қателіктер жіберетінін анықтауға мүмкіндік береді. [1]

ROC-қисығы (Receiver Operating Characteristic): ROC қисығы жіктеу алгоритмдерінің сапасын бағалау үшін қолданылады. Ол дұрыс жіктелген оң мысалдардың үлесі мен жіктеу шегі өзгерген кезде жалған жіктелген теріс мысалдардың үлесі арасындағы байланысты көрсетеді [2].

Әртүрлі математикалық алгоритмдерді қолдану нәтижелерін салыстырмалы талдау ғылым мен технология саласындағы маңызды мәселе болып табылады. Бұл талдау қандай алгоритмнің тапсырманы жақсы орындайтынын және әрқайсысының қандай артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтауға мүмкіндік береді.

Ғылыми мәтіндерді талдау және алгоритмдерді қолдану мысалдары. Ғылыми мақалаларды кластерлеу: мақалаларды олардың ұқсастығына қарай топтастыру процесі. Бұл зерттеушілерге үлкен көлемдегі ғылыми әдебиеттерді ұйымдастыруға және жалпы тақырыптар мен тенденцияларды анықтауға мүмкіндік береді. Кластерлеу әдебиеттерді шолу, жаңа бағыттарды зерттеу және әртүрлі зерттеулер арасындағы байланыстарды анықтау үшін пайдалы болуы мүмкін.

Кілт сөздер мен сөз тіркестерін шығару: мәтіндегі ең маңызды сөздер мен сөз тіркестерін автоматты түрде анықтау процесі. Бұл зерттеушілерге мақаланың негізгі тақырыптары мен мазмұнын тез түсінуге көмектеседі. Кілт сөздерді алу алгоритмдері статистикалық талдау, машиналық оқыту немесе табиғи тілді өңдеу сияқты әртүрлі әдістерді қолдана алады.

Мәтіндерді тақырыптар мен санаттар бойынша жіктеу: мәтінге белгілі бір тақырыпты немесе санатты оның мазмұнына қарай автоматты түрде тағайындау процесі. Бұл үлкен көлемдегі мәтіндік ақпаратты ұйымдастыруға және қажетті ақпаратты жылдам іздеуге пайдалы болуы мүмкін. Мәтіндерді жіктеу машиналық оқытуды, кілтті талдауды және табиғи тілді өңдеуді қоса алғанда, әртүрлі әдістерге негізделуі мүмкін.

Қиындықтар мен болашағы. Математикалық алгоритмдердің тиімділігін бағалаудағы ағымдағы тұжырымдар және математикалық алгоритмдерді қолдана отырып ғылыми мәтіндерді талдау әдістерін дамыту және жетілдіру перспективалары:

Қазіргі уақытта ғылыми мәтіндерді талдаудың математикалық алгоритмдері мен әдістерінің тиімділігін бағалау зерттеу саласындағы өзекті мәселе болып табылады. Осы саладағы зерттеушілер мен әзірлеушілердің алдында тұрған бірнеше қиындықтар, сондай-ақ математикалық алгоритмдерді қолдана отырып, ғылыми мәтіндерді талдау әдістерін дамыту және жетілдіру перспективалары бар. Төменде, олардың кейбіреулері:

Алгоритмдердің сапасы мен дәлдігі: негізгі қиындықтардың бірі-ғылыми мәтіндерді талдау үшін математикалық алгоритмдердің жоғары сапасы мен дәлдігін қамтамасыз ету. Мәтіндердің үлкен көлемін тиімді өңдей алатын және нақты нәтижелер бере алатын алгоритмдерді әзірлеу және жетілдіру қажет.

Ғылыми мәтіндердің ерекшеліктерін ескеру: ғылыми мәтіндердің мамандандырылған терминологияны, формулаларды және басқа зерттеулерге сілтемелерді қолдану сияқты өзіндік ерекшеліктері бар. Мұндай мәтіндерді талдауға арналған математикалық алгоритмдерді әзірлеу кезінде олардың ерекшеліктерін ескеру және ақпаратты тиісті өңдеу мен түсіндіруді қамтамасыз ету қажет.

Масштабтау және өңдеу жылдамдығы: ғылыми мәтіндер көлемінің өсуімен және оларды талдау қажеттілігімен, масштабтау мен өңдеудің жоғары жылдамдығын қамтамасыз ету маңызды болады. Математикалық алгоритмдер үлкен көлемдегі деректерді өңдеуге және нәтижелерді ақылға қонымды мерзімде қамтамасыз етуге қабілетті болуы керек.

Басқа талдау әдістерімен интеграциялау: ғылыми мәтіндерді талдауға арналған математикалық алгоритмдер тиімді болуы мүмкін, бірақ басқа талдау әдістерімен интеграциялау олардың нәтижелерін жақсарта алады. Математикалық алгоритмдерді Машиналық оқыту немесе табиғи тілді өңдеу сияқты басқа тәсілдермен біріктіретін әдістерді зерттеу және әзірлеу қажет.

Автоматтандыру және пайдаланудың қарапайымдылығы: математикалық алгоритмдерді қолдана отырып, ғылыми мәтіндерді талдау әдістерінің тиімділігі мен тартымдылығын арттыру үшін автоматтандыру мен пайдаланудың қарапайымдылығын қамтамасыз ететін құралдар мен бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу қажет. Бұл зерттеушілер мен ғылым мамандарына өз жұмысында осы әдістерді тиімдірек пайдалануға мүмкіндік береді.

Жалпы, математикалық алгоритмдерді қолдана отырып, ғылыми мәтіндерді талдау әдістерін дамыту және жетілдіру, зерттеулер мен ғылыми прогресті жақсартудың үлкен әлеуетін ұсынады. Технологияның үздіксіз дамуымен және осы саладағы жаңа зерттеулермен ғылыми мәтіндерді талдау мүмкіндіктерін одан әрі жетілдіруге және кеңейтуге болады.

Қорытынды. Осы мақалада біз ұсынған деректерді жақсы түсінуге және талдауға көмектесетін зерттеудің бірқатар маңызды жақтарын қарастырдық.

Ғылыми мәтіндерді талдаудағы математикалық алгоритмдердің маңыздылығы – алгоритмдер ғылыми мәтіндерді талдауда маңызды рөл атқарады, бұл бізге үлкен көлемдегі деректерді өңдеуге және жасырын заңдылықтар мен қатынастарды анықтауға мүмкіндік береді.

Ғылыми мәтіндерді талдау әдістерін дамыту және жетілдіру әлеуеті – математикалық алгоритмдерді қолдана отырып, ғылыми мәтіндерді талдау әдістерін дамыту және жетілдіру үшін үлкен әлеует бар. Осы саладағы зерттеулерді жалғастыру және ғылыми мәтіндерді дәлірек және тиімді талдау үшін жаңа тәсілдер мен әдістерді әзірлеу қажет.

Математикалық алгоритмдерді қолдана отырып, ғылыми мәтіндерді талдау әдістерін автоматтандыру және пайдалану ыңғайлығы маңызды аспектілер болып табылады. Талдау процесін жеңілдететін және оны қол жетімді ететін құралдар мен бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу осы әдістерді тиімдірек қолдануға ықпал етеді.

Жалпы, біздің зерттеуіміз ұсынылған деректерді терең талдауға және түсінуге мүмкіндік берді. Біздің зерттеуіміздің нәтижелері осы саладағы әрі қарайғы зерттеулер үшін пайдалы болады және математикалық алгоритмдерді қолдана отырып, ғылыми мәтіндерді талдаудың жаңа әдістерін дамытуға көмектеседі деп үміттенеміз.

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. Дэвид М. В. Пауэрс «Бағалау: дәлдіктен, есте сақтаудан және F-өлшемнен ROC-қисығы, ақпараттандыру, таңбалау және корреляцияға дейін» 2020 жылғы мақаласы, https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2010/2010.16061.pdf.

2. Джесси Дэвис , Марк Гоадрих «Дәлдік-толықтық пен қисық-ROC арасындағы байланыс» 2005 жылғы мақаласы,

https://www.biostat.wisc.edu/~page/rocpr.pdf.

Садыков А. С., учитель математики средней школы,
Абайская область, Бородулихинский район, с. Зубаир.

НОВЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОРОН ПРЯМОУГОЛЬНОГО ТРЕУГОЛЬНИКА ПО ЗНАЧЕНИЮ ПЕРИМЕТРА

Аңдатпа: Бұл мақалада тікбұрышты үшбұрыштың белгілі бұрыштары берілген қабырғаларын есептеу, сондай-ақ оның белгісіз бұрыштарын анықтау мәселесі қарастырылады. Автор тікбұрышты үшбұрыштың периметрін білудің және үшбұрыштың қабырғаларын бірдей нақты санмен көрсету есептерін шешудің рөлін зерттейді. Қабырғалары тек белгілі бір бүтін немесе бүтін емес нақты сандардың үштіктеріне тең болатын тікбұрышты үшбұрыштың қасиеттерін бағалау нұсқалары қарастырылады.

Кілт сөздер: тікбұрышты үшбұрыш, үшбұрыш қабырғалары, бұрышты есептеу, периметр, бүтін және нақты сандар, үшбұрыш қасиеттері.

Аннотация: Статья рассматривает проблему вычисления сторон прямоугольного треугольника по известным его углам, а также определения неизвестных его углов. Автором исследованы роль знания периметра прямоугольного треугольника, решения задач представления сторон треугольника одним и тем же действительным числом. Рассмотрены варианты оценки свойств прямоугольного треугольника, стороны которого равны тройкам только определенных целых или не целых действительных чисел.

Ключевые слова: прямоугольный треугольник, стороны треугольника, расчет углов, периметр, целые и действительные числа, свойства треугольника.

Abstract: This article examines the problem of calculating the sides of a right triangle given its known angles, as well as determining its unknown angles. The author explores the role of knowing the perimeter of a right triangle and solving problems of representing the sides of a triangle with the same real number. Options for estimating the properties of a right triangle whose sides are equal to triplets of only certain integer or non-integer real numbers are considered.

Keywords: right triangle, triangle sides, angle calculation, perimeter, integer and real numbers, triangle properties.

Геометрия является увлекательным предметом, который позволяет познакомиться со свойствами фигур в двумерной плоскости и в трехмерном пространстве. Одной из них является прямоугольный треугольник. Как найти стороны этой фигуры можно узнать, изучив различные ее свойства и характеристики [1-3].

Фигура с тремя углами является самым простым замкнутым объектом в геометрии. В школах ее изучению уделяют наибольшее время, поскольку многие основные геометрические свойства заложены именно в ней. Построить ее несложно, для этого необходимо взять три точки на плоскости так, чтобы они не располагались на одной прямой [4]. После этого следует попарно соединить их прямыми отрезками.

Треугольник произвольного типа состоит из следующих элементов: три вершины; три стороны, которые в общем случае имеют различную длину; одна вершина в совокупности с парой прилегающих к ней сторон образует угол, их в треугольнике три.

Помимо основных элементов, для этой фигуры существует множество дополнительных отрезков, которые имеют специальное название, например, медианы, биссектрисы, высоты. Для рассматриваемой фигуры всегда справедливы три важных математических соотношения между ее длинами сторон и углами. Эти соотношения часто используют для решения разнообразных задач.

К ним относятся следующие [5-6]:

- о сумме углов. Треугольник характеризуется тремя углами, сумма которых всегда составляет 180 градусов или пи радиан. Это свойство следует из характеристики евклидовой геометрии на плоскости. Его записывают так: ∠ A + ∠ B + ∠ C = 180 °, где символом ∠ обозначен угол при соответствующей вершине;

- теорема синусов. Словесная ее формулировка следующая: отношение длины стороны треугольника к синусу лежащего напротив нее угла является величиной постоянной для данной фигуры. Математически это утверждение записывается так: a/sinA = b/sinB = c/sinC, где буквами a, b и c обозначены длины сторон треугольника. Это выражение удобно использовать, когда по условию задачи известна одна сторона и два угла, и необходимо найти оставшиеся элементы фигуры;

- косинусов теорема. Она звучит так: квадрат стороны треугольника равен сумме квадратов двух оставшихся сторон за вычетом их удвоенного произведения, которое помножено на косинус угла между ними. Несмотря на несколько громоздкую формулировку, теорема имеет лаконичную математическую формулу: $c_2 = a_2 + b_2 - 2*a*b*cosC$. Это выражение удобно применять, когда известны две стороны и угол в треугольнике;

- прямоугольная фигура. С незапамятных времен человечество интересовалось свойствами геометрических объектов. Одним из них был прямоугольный треугольник, который еще в Древнем Египте считался священным, поскольку обладал характерными для него особенностями (фигура, соотношение сторон которой находится в отношении 3:4:5) [7].

Большие достижения в области изучения геометрических свойств треугольника имели философы античной Греции, среди которых выделяется имя Пифагора [10]. Составляющие элементы и теорема Пифагора Поскольку речь

идет о треугольнике, то для него также характерно наличие трех сторон и трех внутренних углов. Однако, в отличие от остальных фигур данного вида, прямоугольный треугольник имеет 1 угол равный 90°. Остальные 2 угла являются острыми, что следует из фиксированной суммы их значений (180°).

Чтобы узнать, как называются стороны прямоугольного треугольника, следует рассмотреть его рисунок. Стороны a и b образуют прямой угол. Они называются катетами. Сторона c, которая лежит против угла 90 °, ограничена двумя острыми углами. Она носит название гипотенузы. Эти названия стоит запомнить, поскольку на них основаны все свойства и теоремы для этого типа треугольника.

Существует два вида рассматриваемой фигуры: равнобедренный; разносторонний. В случае разностороннего прямоугольного треугольника стороны равны произвольным отрезкам, которые, однако, связывает теорема Пифагора [10]. Катеты в этой фигуре отличаются друг от друга. Касательно равнобедренного прямоугольного геометрического объекта можно сказать, что его катеты друг другу равны, но они никогда не равны гипотенузе.

Острые углы в таком треугольнике составляют по 45°, что легко доказать, применяя теорему синусов, и учитывая, что сумма трех углов соответствует 180°. Теорема косинусов для рассматриваемого треугольника произвольной формы вырождается в простое равенство: $c_2 = a_2 + b_2 - 2*a*b*\cos C \rightarrow c_2 = a_2 + b2$. Оно получается потому, что косинус прямого угла равен нулю согласно свойству этой тригонометрической функции.

Несмотря на общие свойства, которыми обладает прямоугольный треугольник, и которые характерны для любой фигуры с тремя вершинами и тремя сторонами, для него существуют также присущие только ему особенности. Основными из них являются следующие [8]:

- наличие 2 острых углов, что видно из рисунка треугольника прямоугольного;

- длина гипотенузы всегда больше длины любого из катетов, при этом сумма длин последних всегда будет больше, чем одна гипотенуза.

Таким образом, прямоугольный треугольник обладает набором свойств, которые позволяют применить к нему знания тригонометрии, чтобы вычислить длину неизвестного катета или гипотенузы. При этом часто используемой формулой для решения геометрических задач является теорема Пифагора[10].

Задача 1. Среди прямоугольных треугольников, периметры которых равны значению 12, найти такой прямоугольный треугольник, стороны которого выражались тройкой только целых чисел.

Решение: Практическое решение задачи всегда интересно, если имеет место такое решение, и в нашем случае, кстати, это не исключение, т.е. возможен такой путь решения с помощью бечевки. Для этого бечевку узлами делим на 12 равных частей и концы связываем, затем бечевку растягиваем так, чтобы получился треугольник со сторонами 3, 4 и 5 деления.

Угол треугольника, противолежащий стороне с 5 делениями будет равно 90^o ($3^2 + 4^2 = 5^2$).

При практическом решении данной задачи рекомендуется поступить именно так, как поступали землемеры древнего Египта для построения прямого угла [5].

Задача 2. Найти любой прямоугольный треугольник, периметр которого равен 30, а длина его сторон выражались определенными действительными числами.

Решение: Существует следующее свойство подобных многоугольников. Отношение периметров подобных многоугольников равно отношению их соответствующих сторон (коэффициенту подобия) [6].

В ходе решения задачи воспользуемся этим свойством. Для начала вернемся к решению предыдущей задачи: $BC = 3$ и $AC = 4$, то $AB = 5$ и $P_{\Delta ABC} = 12$ (рисунок 1).

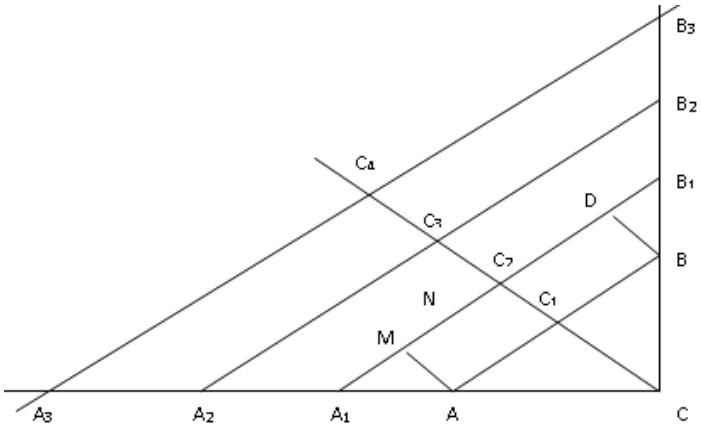


Рисунок 1 – Геометрическое изображение решения задачи 1

Допустим, $\frac{P_{\Delta A_1 B_1 C}}{P_{\Delta ABC}} = 1{,}5$, тогда $P_{\Delta ABC} = 18$. $B_1C = 4{,}5$, $A_1C = 6$ и $A_1B_1 = 7{,}5$. Итак, исходя из прямоугольного треугольника ABC с периметром 12, имеем подобный ему треугольник A_1B_1C с периметром 18.

Из вершин A и B опускаем перпендикуляры AM и BD на A_1B_1. Затем откладывая от точки M один из появившихся отрезков DB_1 на отрезке A_1B_1 и следующий очередной отрезок A_1N от точки A на отрезке AB, тем самым получим отрезок AC_1.

Примечательно, что $AC_1 = BC_1 = A_1N$. Проводя через две точки C и C_1 прямую, имеем отрезок C_1C_2. На прямой CC_1 откладываем отрезки C_2C_3 и C_3C_4 так, что выполнялось условие $C_1C_2 = C_2C_3 = C_3C_4$.

Если провести через точки C_3 и C_4 прямые параллельные прямым содержащие отрезки A_1B_1 и AB, то образуются еще два треугольника A_2B_2C и A_3B_3C подобных предыдущим треугольникам.

У последнего треугольника длина сторон будет равен 7,5, 10 и 12,5, а периметр равен 30. Это видно из рисунка 1.

Задача 3. Из прямоугольных треугольников периметры которых равны 30, найти хотя бы один прямоугольный треугольник, стороны которого выражаются только целыми числами.

Решение: Во всякой треугольник можно вписать окружность, и притом только одну [7]. Опираясь на эту закономерность, прежде всего решение будем искать, допустив, что P любое действительное число, выражающие периметр треугольника. Пусть, $a + b + c = P$, здесь r – радиус вписанной окружности (рисунок 2).

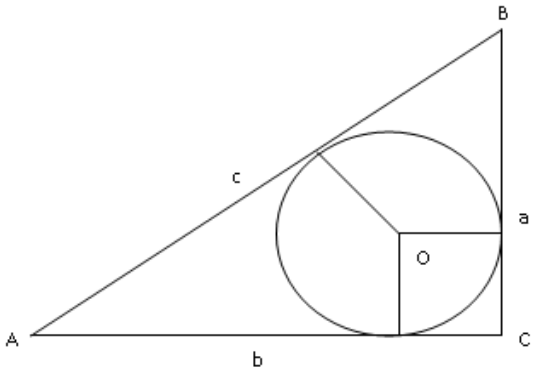


Рисунок 2 – Вил на единственную окружность, вписанной в треугольник

Тогда имеем, $\begin{cases} a + b + \sqrt{a^2 + b^2} \\ r = \frac{ab}{P} \end{cases} = P$ (P, r$\in R$) отсюда, $P^2 - 2P(a + b) + 2Pr = 0$ или $P - 2(a + b) + 2r = 0$. Учитывая, что $b = \frac{\mathrm{Pr}}{\mathrm{a}}$ следовательно, получим относительно a квадратное уравнение $\mathrm{a}^2 - \left(\mathrm{r} + \frac{\mathrm{P}}{2}\right)\mathrm{a} + \mathrm{Pr} = 0$. $D \geq 0$, поэтому решив неравенство $\mathrm{r}^2 - 3\mathrm{Pr} + \frac{\mathrm{P}^2}{4} \geq 0$ выделим необходимое множество – значений, которые принимает r.

Таким образом, $r \in (0;\ P(1{,}5 - \sqrt{2})]$. Для того чтобы корнями уравнения $ab = rP$ являлись целые числа a и b, рассмотрим определенные целые значения r. По условию $P = 30$, то $r \in (0;\ 30(1{,}5 - \sqrt{2})]$. Стало быть, $r = 1$, $r = 2$ и тогда 1) $ab = 30$ или 2) $ab = 60$. Числа 30 и 60 разложим на простые множители: $30 = 2 \cdot 3 \cdot 5$ и $60 = 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5$.

1) если $a = 2$, $a = 3$ и $a = 5$, то $b = 15$, $b = 10$ или $b = 6$. Такое невозможно.

2) если $a = 5$, то $b = 12$ и, очевидно, $c = 13$ (рисунок 3).

Примечание. Дискриминант от уравнения $\mathrm{a}^2 - \left(\mathrm{r} + \frac{\mathrm{P}}{2}\right)\mathrm{a} + \mathrm{Pr} = 0$ можно рассматривать как функцию $F(\mathrm{r}) = \mathrm{r}^2 - 3\mathrm{Pr} + \frac{\mathrm{P}^2}{4}$ и ее производную, где $r \in (0;\ P(1{,}5 - \sqrt{2})]$.

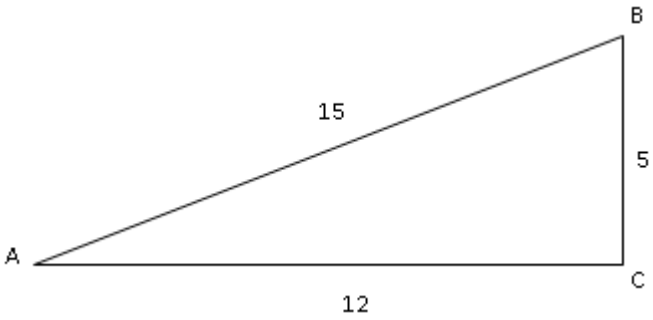


Рисунок 3 – Решение задачи 3

Задача 4. Сколько всего прямоугольных треугольников, периметры которых равны 30, а длинами сторон являются только тройки целых чисел?

Решение: Здесь в первую очередь следует изучить статью под названием «Еще раз о прямоугольном треугольнике» (журнал «Репетитор» №3, 2003). После чего будет известно, что существует закономерность $a + b - c = 2n$ ($n \in N$).

При решении этой задачи воспользуемся этой закономерностью. Поэтому уместно рассмотреть следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} a+b+c=P \\ a^2+b^2=c^2 \\ a+b-c=2n \end{cases} \quad (1) \quad \rightarrow \quad \begin{cases} a+b=\frac{P+2n}{2} \\ c=\frac{P-2n}{2} \\ ab=Pn \end{cases} \quad (2)$$

Из системы (2) имеем $2a^2 - (2n + P)a + 2Pn = 0$ ($n \in N$).

Можете заметить, что опять получили первоначальное уравнение вида: $a^2 - \left(r + \frac{P}{2}\right)a + Pr = 0$.

Таким образом, найдены квадратные уравнения $a^2 - \left(r + \frac{P}{2}\right)a + Pr = 0$ и $2a^2 - (2n + P)a + 2Pn = 0$, позволяющие определить стороны прямоугольного треугольника по его периметру на промежутке $D \geq 0$, $4n^2 - 12Pn + P^2 \geq 0$.

Все значения n составляют множество вида: $n \in (-\infty; P(1{,}5 - \sqrt{2})]$ и $n \in [P(1{,}5 + \sqrt{2}); +\infty)$. Так как $n \in N$, то нам достаточно рассмотреть те целые значения n, которые принадлежат промежутку $n \in [1; P(1{,}5 - \sqrt{2}))$.

Далее, по крайней мере, значение квадратного трехчлена $4n^2 - 12Pn + P^2$, при определенном целом значении n обязательно должно быть квадратом целого числа. Только тогда можем определить целые значения a, b и c удовлетворяющие систему уравнений (2).

В нашем случае периметр рассматриваемого прямоугольного треугольника равен 30, то n принимает целые значения в множестве $n \in [1; 30 * (1{,}5 - \sqrt{2}))$.

Таким образом, $n = 1$, $P = 30$, $4 \cdot 1^2 - 12 \cdot 30 \cdot 1 + 30^2 = 544$;

$n = 2$, $P = 30$, $4 \cdot 2^2 - 12 \cdot 30 \cdot 2 + 30^2 = 196$.

Итак, при $n = 2$ имеем $\begin{cases} a + b = 17 \\ ab = 60 \\ c = 13 \end{cases}$ отсюда $a = 5$, $b = 12$.

Следовательно, существует всего лишь один прямоугольный треугольник, у которого периметр равен 30, а длины сторон равны целым числам 5, 12 и 13 (рисунок 3).

В заключение в качестве самостоятельной работы сформулируем упражнение, несколько задач и исходный текст программы вычисления сторон прямоугольного треугольника.

Упражнение. Сколько всего прямоугольных треугольников, у которых стороны выражаются тройками только целых чисел, а периметры имеют значение 84?

Задача 5. Попробуйте доказать, что если $P < 12$ $(P \in Z)$, то не существует ни одного прямоугольного треугольника, у которого длинами сторон являются только целые числа.

Задача 6. Пусть периметр прямоугольного треугольника равен величине P $(P \in R)$. Доказать, что радиус вписанной в него окружности имеет наибольшее значение только при $a = b = P\,(1 - 0{,}5\sqrt{2}\,)$.

Задача 7. Определить, какое значение имеет наибольший радиус из окружностей, вписанных во все прямоугольные треугольники с периметрами 12.

Задача 8. Доказать, что среди прямоугольных треугольников, периметры которых равны значению 90, существуют всего 2 прямоугольного треугольника, стороны которых выражаются только целыми числами.

Ниже приведен исходный код программы определения сторон прямоугольного треугольника по периметру 90 на промежутке значений [1; P(1,5 - $\sqrt{2}$)).

```
program Pifagor2;
uses crt;
var x, y, z, r: real;
 s, i, j, n: longint;
begin
 clrscr;
 writeln (‘:’);
 write (‘s = ’);
 readln (s);
 r:=s*(1.5 – sqrt(2));
 for n:=1 to trunc (r) do
 if frac (sqrt(4*n*n – 12*s*n + s*s)) = 0 then
 begin
 z:=(s – 2*n)/2;
 for i:= 1 to round (z) do
```

```
 for j:= 1 to round (z) do
 if (i + j = (s + 2*n)/2) and (i*j = s*n) then
 writeln (‘c =’, z:3:0, ‘,’,’a =’, i, ‘,’,’b =’, j);
 end;
end.
```

Список использованных источников:

1. Геометрия 7 класс. Поурочные планы по учебнику Л.С. Атанасяна, Волгоград, 2004.
2. Школьная геометрия. А. В. Погорелов. М.: Просвещение, 1995.
3. Учебник для общеобразовательных учреждений. Л. С. Атанасян, М: Просвещение, 2001.
4. Методические рекомендации к учебнику Л. С. Атанасяна, М.: Просвещение, 2003.
5. Людмилов Д. С. Некоторые вопросы проблемного обучения математике. Пермь, 1975.
6. Максимова В. Н. Проблемный подход к обучению в школе. Ленинград, 1973.
7. Матюшкин А. Н. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. М., 1972.
8. Махмутов М. И. Организация проблемного обучения. М.: Педагогика, 1977.
9. Научно-теоретический и методический журнал «Математика в школе», №6, 1999. №1 и №4, 2001, №8, 2002.
10. Оганесян В. А., Колягин Ю. М., Луканкин Г. Л., Санкин В. Л. Методика преподавания математики в средней школе. Уч. пос. для студентов физ.-мат. факультетов, 2-е и 3-е изд. М.: Просвещение, 1980, 2002.

Мухиядин А. У., доктор PhD, доцент,
Кульмамиров С. А., и. о. доцента,
к.т.н., академик МАИН,
Есильский университет,

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ BUISNESS STUDIO

Аннотация: Представлена методика моделирования бизнес-процессов в образовании со структурными модулями в среде BPMN и имитационных моделей в Business Studio, позволяющей вводить структуры двух моделируемых систем массового обслуживания (СМО) в графическом виде.

Ключевые слова: имитационное моделирование (ИМ), бизнес-процесс, BPMN, система массового обслуживания (СМО), обслуживающий аппарат (ОА).

Аңдатпа: Бұл мақалада BPMN ортасындағы құрылымдық модульдерді және Business Studio бағдарламасындағы модельдеу амалдарын қолдана отырып, білім берудегі бизнес-процестерді модельдеу әдіснамасы ұсынылған. Бұл екі модельденген кезек жүйесінің құрылымдарын графикалық түрде көрсетуге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: модельдеу, бизнес-процесс, кезек жүйесі, қызмет көрсету, ММ, BPMN, ҚЖ, ҚА.

Abstract: This paper presents a methodology for modeling business processes in education using structural modules in a BPMN environment and simulation models in Business Studio, allowing the graphical representation of the structures of two simulated queuing systems (QS).

Keywords: simulation modeling (SM), business process, BPMN, queuing system (QS), service apparatus (SA).

Среда BPMN [1] представляет условные обозначения для отображения бизнес-процессов в форме диаграмм. Для построения моделей используется базовый набор интуитивно понятных графических элементов, которые позволяют составлять сложные семантические конструкции.

BPMN позволяет создавать стандартный набор условных обозначений, понятных всем пользователям: бизнес-аналитикам, создающим и улучшающим процессы, техническим разработчикам, ответственным за реализацию процессов, и менеджерам, следящим за процессами и управляющих ими.

Разработчиком системы бизнес-моделирования Buisness Studio является группа компаний «Современные технологии управления», основанная в 1991 году [2]. Эта система является лидером рынка систем бизнес-моделирования. Первая версия Business Studio появилась 5 октября 2004 года, а к марту 2013 года - уже версия 4.0.

Business Studio - это система бизнес-моделирования, предназначенная для создания эффективной организации бизнес-процессов. Перечислим задачи этой системы:

- формализация стратегии и контроль ее достижения;
- описание и оптимизация бизнес-процессов;
- создание организационной структуры и штатного расписания;
- распространение среди сотрудников регламентирующей документации;
- внедрение СМК в соответствии со стандартами ISO;
- формирование Технических заданий и поддержка внедрения ИС.

В BPMN существуют 4 категории элементов: Элементы потока (Flow Objects), Данные (Data), Соединяющие элементы (Connecting Objects), Зоны ответственности (Swimlanes).

Элементы потока являются важнейшими графическими элементами, определяющими ход бизнес-процесса. Элементы потока, в свою очередь, делятся на: События (Events), Действия (Activities), Задачи (Tasks) и Шлюзы (Gateways).

События изображаются в виде круга со свободным центром, предназначенным для помещения в него различных триггеров, поясняющих события. Выделяют 3 типа событий: Стартовое (Start), Промежуточное (Intermediate) и Конечное (End).

Действие – общий термин, имитирующий выполнение работы в бизнес-процессе. Действия могут быть либо элементарными, либо составными. Выделяют следующие виды действий, являющихся частью модели Процесса: подпроцесс (Sub-Process) и задача (Task). Подпроцессы и задачи изображаются в виде прямоугольников с закругленными углами.

Шлюзы используются для обозначения разветвлений и слияния процессов. Внутренние маркеры шлюза указывают тип разветвления или слияния.

Система Business Studio позволяет создавать комплексные модели бизнес-процессов, включающие следующие 5 компонентов:

1) Стратегия (Перечень целей моделирования и методов их достижения).
2) Модель бизнес-процесса и перечень эффективных показателей;
3) организационная структура;
4) ресурсы и документы;
5) информационные системы (ИС).

Система Business Studio обеспечивает полноценную платформу автоматизации бизнес-процессов, направленную на поддержку внутренних преобразований моделируемых объектов, позволяет значительно сократить время реализации новых идей и стратегий развития бизнеса и способствует повышению эффективности бизнес-процессов. Для демонстрации возможностей системы Business Studio приведём 2 модели однофазных СМО.

Пример 1. Рассмотрим систему массового обслуживания M\M\1: генератор заявок – очередь – обслуживающий аппарат. Структурная модель примера 1 в системе Business Studio приведена на рисунке 1. Время между поступлением заявок в систему распределено по экспоненциальному закону со средним 10 единиц времени. Время обслуживания распределено по экспоненциальному закону со средним 6 единиц времени. Очередь неограниченной длины. Завершение моделирования после вывода из системы - 10000 заявок.

Результаты ИМ примера 1 приведены в таблице 1.



Рисунок 1 - Структурная схема примера 1 в системе Business Studio

Таблица 1 - Результаты моделирования СМО M/M/1 и M/M/5

№№	Код	Результаты моделирования СМО M/M/1				Результаты моделирования СМО M/M/5			
		АМ	ИМ	Разн.	Разн. %	АМ	ИМ	Разн.	Разн. %
1	m	0,6	0,6086	-0,0086	-1,43	3	3,125	-0,125	-4,16
2	l	0,9	0,9250	-0,0250	-2,78	0,372	0,369	0,003	0,806
3	K	1,5	1,5336	-0,0336	-2,24	3,372	3,494	-0,122	-3.62
4	$t_{обсл}$	6,0	6,05	-0,05	-0,833	30	31,02	-1,02	-3,40
5	$t_{ожид}$	9,0	9, 2	-0,20	-2,22	3,716	3,819	-0,103	-2,77
6	$t_{сист}$	15,0	15,24	-0,24	-1,6	33,716	35,04	-1,324	-3,93

В таблице использованы следующие обозначения: m - среднее количество транзактов в ОА; l – среднее количество транзактов в очереди; K - среднее количество транзактов в системе; $t_{обсл}$ - среднее время обслуживания транзактов в ОА; $t_{ожид}$ - среднее время ожидания тран закто в очереди; $t_{сист}$ - среднее время пребывания транзактов в системе.

Пример 2. Система массового обслуживания M\M\5: генератор заявок – очередь – пять обслуживающих аппаратов. Структурная модель примера 2 в системе Business Studio приведена на рисунке 2. Время между поступлением заявок в систему распределено по экспоненциальному закону со средним 10 единиц времени. Время обслуживания распределено по экспоненциальному закону со средним 30 единиц времени. Очередь неограниченной длины. Завершение моделирования после вывода из системы 10000 заявок.

Обслуживающим аппаратам (ОА) присвоены имена: PK1, PK2, PK3, PK4, PK5. Дисциплина выбора ОА: первый свободный с наименьшим номером. Количественные характеристики ИМ СМО приведены в таблице 1.

Аналитическое моделирование (АМ) СМО проведено по формулам, приведённым в [3, 4]. Результаты АМ, приведённые в таблице 2, по СМО M/M/1 заимствованы из источника [5], СМО M/M/5 - из источника [6].

По результатам проведённого моделирования СМО M/M/1 отметим, что абсолютная максимальная разница между результатами ИМ и АМ составила 2,78% для средней длины очереди. Средняя разница по 6 показателям составила 1.85%.

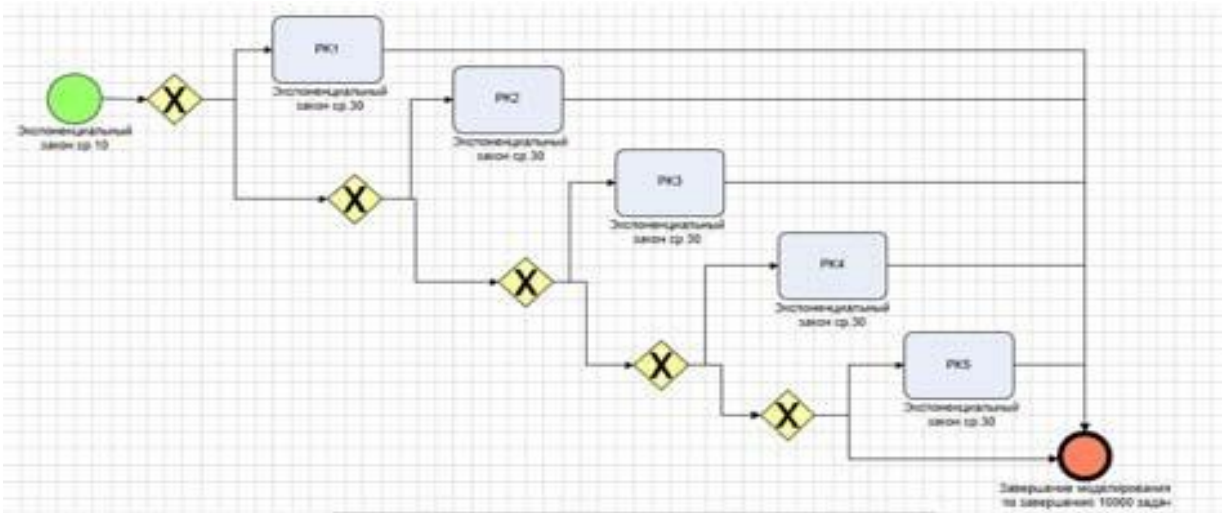


Рисунок 2 - Структурная модель примера 2 в системе Business Studio

По результатам моделирования СМО M/M/5 отметим, что абсолютная максимальная разница между результатами ИМ и АМ составила 4,17 % для среднего количества заявок в ОА. Средняя разница по 6 показателям составила 3,09%. Такие результаты свидетельствуют о высоком качестве генераторов случайных чисел системы Business Studio.

Коэффициент загрузки РК1 составил 0,9156; РК2 – 0,815; РК3 – 0,726; РК4 - 0,530; РК5 – 0,443. Такое распределение загрузок ОА подтверждает корректность исполнения принятой дисциплины выбора ОА.

В заключение назовём достоинства системы Business Studio:

- структурные модели, построенные в среде BPMN в системе Business Studio, являются одной из наиболее возможных альтернатив IDEF-диаграммам, реализуемым в системе BPWin и структурным моделям, построенным в других системах ИМ;

- доступность. Пробную версию системы Business Studio можно получить у разработчиков бесплатно, регистрируясь на официальном сайте;

- в КНИТУ-КАИ планируется изучение BPMN и имитационного моделирования в системе Business Studio по курсу моделирования систем;

Проведённое сравнение результатов имитационного моделирования в системе Business Studio с результатами моделирования по 2 примерам показало, что их отличие не превышает 4%.

В качестве недостатка отметим отсутствие в системе Business Studio стандартных средств вывода значений оценок СКО временных и количественных характеристик функционирования объекта моделирования.

Список использованных источников:

1. Кирпичников А. П. Методы прикладной теории массового обслуживания. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2011. – 200 с.

2. И. М. Якимов, Г. Р. Зайнуллина, З. Т. Яхина. Оценка достоверности результатов имитационного моделирования по результатам моделирования // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18. № 6. С. 173.

3. Якимов И. М., Мокшин В. В., Аляутдинова Г. Р., Пайгина Л. Р. Имитационное моделирование бизнес-процессов в системе Bizagi Modeler // Вестник технологического университета. 2015. Т.18. №9. С. 236-239.

4. http://www.businessstudio.ru/procedures/business/notatc iia-bpmn/

5. http://www.businessstudio.ru/about/

Кульмамиров С. А., и. о. доцента, к.т.н., академик МАИН,
Мухамеджанова А. А., доктор PhD, декан,
Есильский университет,

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Аннотация: В настоящее время тематика ИИ охватывает существенный перечень научных направлений. Поэтому ИИ различают по двум направлениям: сильный ИИ (Stroning AI) и слабый ИИ (Weak AI). В статье сделана ориентация на построение встраиваемых цифровых средств, придающие им «разумные» свойства. Показана актуальность и перспектива развития ИИ в молекулярном и эволюционном вычислениях. Получены результаты применения интеллектуальных ИС и ИИ в молекулярной биологии, в принципах кодирования генетической информации, функционирования молекулярно-генетических самовоспроизводящихся систем клеток и эволюционирующих динамических структур. Сформулированы требования к многопользовательским интерактивным СППР.

Ключевые слова: интеллектуальная информационная система, многопользовательская система, самовоспроизводящийся система, искусственный интеллект, ИС, ИИ, СППР. ИИ, Stroning AI, Weak AI, разум, эволюционное вычисление, молекулярная биология, кодирования, генетическая информация.

Түйін: Қазіргі уақытта АИ тақырыбы ғылыми бағыттардың маңызды тізімін қамтиды. Сондықтан АИ екі бағытта ажыратылады: күшті AI (Stroning AI) және әлсіз AI (Leak AI). Мақалада ендірілген цифрлық құралдардың құрылысына назар аударылып, оларға «интеллектуалды» қасиеттер беріледі. Молекулярлық және эволюциялық есептеулерде АИ дамуының өзектілігі мен перспективалары көрсетілген. Молекулярлық биологияда, генетикалық ақпаратты кодтау принциптерінде, молекулалық-генетикалық өзін-өзі көбейтетін жасушалық жүйелердің және дамып жатқан динамикалық құрылымдардың қызметінде интеллектуалды АЖ және АИ қолдану нәтижелері алынды. Көп қолданушы интерактивті DSS талаптары тұжырымдалған.

Кілт сөздер: интеллектуалды ақпараттық жүйе, көп пайдаланушылық жүйе, өзін-өзі жаңғырту жүйесі, жасанды интеллект, АЖ, AI, DSS. AI, Stroning AI, Weak AI, интеллект, эволюциялық есептеулер, молекулалық биология, кодтау, генетикалық ақпарат.

Summary: Currently, the topic of AI covers a significant list of scientific areas. Therefore, AI is distinguished in two directions: strong AI (Stroning AI) and weak AI (Weak AI). The article focuses on the construction of embedded digital tools, giving them “intelligent” properties. The relevance and prospects for the development of AI in molecular and evolutionary computing are shown. The results of the application of intelligent IS and AI in molecular biology, in the principles of coding genetic information, the functioning of molecular genetic self-reproducing cell systems and evolving dynamic structures, were obtained. Requirements for multi-user interactive DSS are formulated.

Key words: intelligent information system, multi-user system, self-reproducing system, artificial intelligence, IS, AI, DSS. AI, Stoning AI, Weak AI, intelligence, evolutionary computation, molecular biology, coding, genetic information.

Современные достижения в микро- и наноэлектронике, электромеханике, молекулярной биологии и нарождающейся фотонике придают новый мощный стимул для интенсивного развития разнообразных направлений искусственного интеллекта (ИИ), разработке и широкому использованию интеллектуальных информационных систем (ИИС) для решения трудно формализуемых и не формализуемых задач [5-12]. Сейчас существующие методы решения большинства прикладных задач либо очень сложны, либо неизвестны. В виде примера можно отметить задачи с управлением производственными комплексами, принятием ответственных административных решений, синтезом сложных человеко-машинных систем, организацией оптимального управления отраслью, оптимизацией процессов управления воздушным движением, прогнозированием социальных последствий от принятых правительством решений.

Такое обусловлено большой размерностью исходных данных, громоздкостью описания, неполнотой имеющихся данных, частичной истинностью информации, различными физическими и информационными неопределенностями, касающимися как объектов изучения и их групповых образований, так и внешних сред, в которых они располагаются.

Необходимость решения трудно формализуемых задач диктует создание новых цифровых вычислительных платформ, достижений информационной коммуникационной технологии(ИКТ).

Термин «искусственный интеллект» (ИИ, Artificial Intelligence, AI) был предложен Джоном Маккарти (J.McCarthy) в 1956 году для обозначения области знаний, связанной с выявлением, исследованием и построением средств и

систем, приведенных в поведенческом тесте интеллектуальности А. Тьюринга (A. Turing) [19].

По мнению Джоном Маккарти успешное прохождение теста любой искусственной системой позволяет именовать ее системой искусственного интеллекта. Согласно произведенному тесту рассматриваемая информационная система интеллектуальна тогда, когда она обладает следующими средствами:

- обработки текстов на естественном языке (вычислительной лингвистики). Благодаря таким средствам возможно естественное для человека общение с системой;
- зрительного восприятия объектов (машинного зрения);
- представления знаний. С их помощью воспринятые знания преобразуются в форму, доступную в системе для оперирования и записи в ее память;
- автоматического формирования логических выводов. Они могут обеспечить на поступивший запрос решение поисковых задач и получение новых заключений на основе хранимой информации;
- машинного обучения. Они нужны для выявления и прогнозирования признаков стандартных ситуаций и адаптации к изменяющимся условиям;
- перемещения в пространстве и манипулирования объектами (в отрасли машиностроения и робототехники).

В настоящее время тематика ИИ охватывает существенно больший перечень научных направлений. Поэтому ИИ различают по следующим разновидностям:

- сильный ИИ (Stroning AI). Это направление связано с созданием программного обеспечения (ПО), которое наделяет компьютер способностями рассуждать и сознанием разумного существа;
- слабый ИИ (Weak AI). Это направление ориентировано на построение встраиваемых в существующие системы средств, которые придают им «разумные» свойства. Такими средствами оснащены, например, программы переводчики.

Одним из возможных путей решения указанных проблемных задач является заимствование механизмов извлечения, передачи, обработки и хранения информации, встречающихся и появляющихся в природе на различных уровнях организации материи, в их числе на уровне групп существ на клеточном, молекулярном и квантовом уровнях [1-4, 16-18].

Сейчас ИИ актуальны и перспективны для использования в молекулярном и эволюционном вычислениях, в потрясающих открытиях. Это прежде всего в молекулярной биологии, в частности принципы кодирования генетической информации, функционирования молекулярно-генетических самовоспроизводящихся систем клеток и эволюционирующих структур [1 - 3].

Примером служит знаменитый опыт Элдмана, проведенный в 1994 году с молекулами ДНК (Дезоксирибо Нуклеиновой Кислоты). Он показал возможность решения с их помощью задач, которые сложны для компьютеров. По-

явилась парадигма молекулярных вычислений, как ДНК-вычисления [8]. В общем случае их практическое воплощение базируется на совместном использовании в различных сочетаниях методологий жестких (Hard Computing) и мягких (Soft Computing) вычислений.

Мягкие вычисления – это методология основ нечеткой логики Л. А. Заде, нейровычислений, генетических вычислений, вероятностных выводов, рассуждений на базе свидетельств, сетей доверия, теории хаоса и теории машинного обучения. Сейчас на основе теории нечетких множеств развита методология вычислений со словами (Computing with Words), являющаяся в свою очередь базисом вычислительной теории восприятия (Computational Theory of Perceptions).

Методология вычислений со словами ориентирована на моделирование процессов мышления и принятия решений в известной предметной области. Описание предметной области дается на естественном языке (Precisiated Natural Language). В вычислительной теории восприятия оперируют не результатами измерений, а перцептивными оценками (впечатлениями).

Теперь теория вычислений организует на основе эволюционных моделей изучаемых биологических систем, их объединений и виртуального мира не только с функциональной либо структурной точки зрения, но и поведения. Важной стороной поведения является когнитивная (познавательная) способность биологических систем и ход ее эволюции от условного рефлекса к логике человеческого мышления. Это послужило толчком к появлению двух взаимосвязанных научно-практических направлений в эволюционных вычислениях: искусственная Жизнь (Artificial ljfe или A-life) и адаптивное поведение (Adaptive Behaviour). Первое направление связано с принципами формальной организации жизни, а второе – с принципами интеллектуального поведения [4].

Искусственная жизнь – это раздел искусственного интеллекта, ориентированный на выработку методов воссоздания компьютером биологических феноменов в различных их проявлениях. В основе современной теории искусственной жизни, возникшей в конце 80-х годов, лежит понятие автономного агента-объекта, наделенного [5]:

- сенсорной моторной способностью;
- памятью;
- средствами переработки информации для выполнения определенной реакции.

Сенсоры обеспечивают агента информацией, возникающей во внешнем мире. Исполнительная система способна изменять состояние агента и воздействовать на окружающую среду. Агенты могут действовать автономно и/или в группах. Например, A-life трактуется как компьютерное моделирование разных вариантов жизни и эволюции живых существ (http://alife.santafe.edu, http://www.scs.carleton.ca/~csgs/resources/gaal.html).

Теперь к A-life относят компьютерные модели, обладающие [6]:

- способностью адаптироваться к условиям внешнего мира путем приобретения знаний в ходе взаимодействия с другими объектами и средой;

- механизмом порождения новых компонентов системы (потомства) в процессе ее эволюции, с наследованием или дублированием свойств существующих объектов;

- механизмом порождения новых форм объектов;

- свойствами естественного отбора и выживания в условиях внешнего мира и присутствия разнородных объектов.

Составной частью A-life моделей [7] служат генетические алгоритмы (Genetic Algo-rithms):

- http://www.aic.nrl.navy.mil/galist;
- http://www.geneticprogram-ming.org;
- http://www.cs.gmu.edu/research/gag/).

Они впервые отражены в монографии Джона Холланда [17]. С математической точки зрения ГА считаются одной из разновидностей методов оптимизации, вобравших в себя черты вероятностных и детерминированных оптимизационных алгоритмов, ориентированных на обеспечение «выживаемости» следующих искомых решений [17]:

- параметрических;
- функциональных;
- алгоритмических;
- структурных.

Обычно ГА не требует создания сложной модели внешнего мира. Реакция внешнего мира заменяется заранее известной заданной целевой функцией. С ее помощью оценивается качество получаемых решений и выбираются приемлемые.

К перспективным подходам развития методов эволюционных вычислений следует отнести следующие ориентированные вычисления [9]:

- включение ламарковских свойств (приобретенных в течение жизни индивидуума);

- неслучайное спаривание и видообразование;

- вовлечение в процессы спаривания и видообразования иммунной системы и запахов здоровых и больных особей;

- учет вида и пола индивидуумов при случайном спаривании. Это важно при выработке кооперативного поведения индивидуумов;

- учет моделей молекул-циклинов, регулирующих процессы развития (эти процессы в наше время описаны нобелевскими лауреатами П. Нерсом, Т. Хантом и Л. Харвеллом);

- использование механизма программируемой гибели клеток, названной апоптозом.

Его открытие удостоено Нобелевской премии: Сидни Бреннер (*Sydney Brenner*) стал нобелевским лауреатом за результаты исследований процессов,

ведущих развитию многоклеточного организма, Дж. Салстон (*John E. Sulston*) - за идентификацию первого гена, принимающего участие в апоптозе [10].

Джон Салстон установил следующие закономерности [11]:

а) закономерность деления и гибели клеток не имеет вариаций;

б) генерирование фиксированного числа клеток, часть которых гибнет);

в) другой исследователь Роберт Хорвиц (H. Robert Horvitz) выявил два гена апоптоза и ген, защищающий клетку от программируемой гибели;

г) учет гена старости и инициируемых им веществ старения;

д) использование механизмов существования, развития и самовоспроизведения эмбриональных и взрослых стволовых клеток, обеспечивающих защиту и регенерацию различных типов клеток тканей и органов. Их транспортирование в требуемое место возможно путем инъекции или направления химическими сигналами;

ж) введение в эволюционные алгоритмы механизмов самоадаптации для управления параметрами, включая внутреннее представление, мутации, рекомбинации (взаимообмен) и размер популяции;

з) создание и использование описаний коэволюционных систем. Такие системы представляют собой модель развития индивидуумов в присутствии паразитов;

е) использование механизмов работы иммунной системы во время вирусного заражения организма;

м) использование биологических механизмов существования колоний бактерий.

Как отмечают С. Рассел (S. Russell) и П. Норвинг (P. Norving), имеет место тенденция к новому взгляду на искусственный интеллект: как на науку проектирования рациональных агентов – искусственных агентов, действующих в среде с учетом полезности [12].

Интерес к таким агентам и проектам агентов особенно заметен среди исследователей и разработчиков, занимающихся изучением и созданием интеллектуальных мобильных роботов (роботика), способных распознавать окружающую среду и ориентироваться в пространстве, и программных роботов для сети Интернет, мультиагентных технологий и многоагентных систем различного назначения [14].

Многие принципы построения современных систем ИИ на базе агентов перекликаются с результатами, зафиксированными в 30-х годах XX века академиком П.К. Анохиным в его теории функциональной системы [2 - 4]. Теория была разработана для исследования приспособительной деятельности организма при достижении цели. Обобщенная схема функциональной системы в соответствии с теорией П. К. Анохина представлена на рисунке 1.

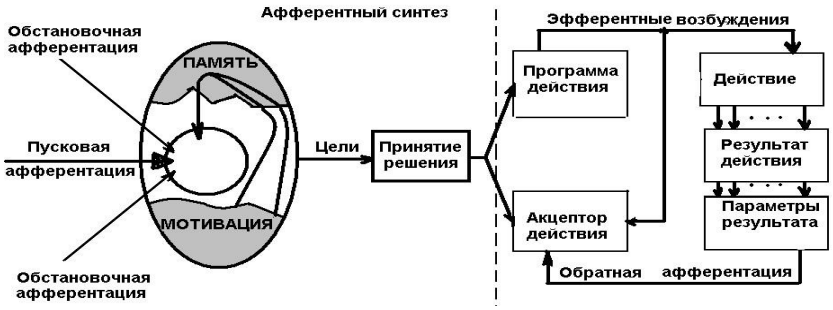


Рисунок 1 - Обобщенная схема функциональной системы ИИ на базе агентов

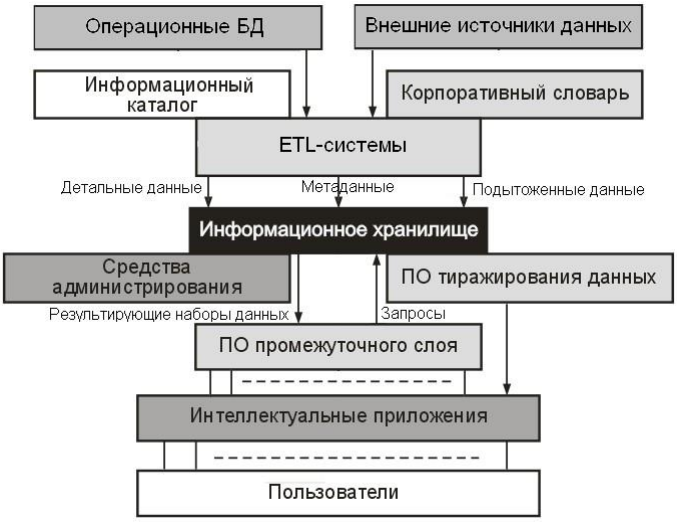


Рисунок 2 - Обобщенная структурная схема СППР

Например, важное значение для развития интеллектуальных мобильных роботов приобретают концепции ученых М. Л. Цетлина по различным аспектам коллективного поведения автоматов [14] и М. Н. Амосова по робототехническим системам [1].

Сейчас остро ощущается потребность в разновидности ИС типа поддержки принятия решений (СППР). В структуре СППР требуются свои решения на разных уровнях организационного управления. Они поддерживают принятие индивидуальных решений. На стратегическом уровне управления используются системы поддержки стратегических решений, а на управленческом уровне – управляющие (исполнительные) ИС. В наше время базисом построения СППР служит хранилище данных. Обобщенная структурная схема СППР имеет вид, представленный на рисунке 2.

Заключение. Общая постановка задачи многокритериального принятия решения состоит в выборе наилучшего решения из множества имеющихся вариантов, удовлетворяющего принятым критериям и предпочтениям аналитика или ЛПР (лица, принимающего решение) и, возможно, последствиям от его реализации.

Поэтому разрабатываемым многопользовательским интерактивным СППР накладываются следующие требования [12 - 13]:

1) эффективно извлекать и фильтровать данные из независимых операционных БД и иных внешних источников;

2) накапливать необходимую хронологическую информацию предметной области и управлять ее хранением;

3) помогать проводить анализ ситуаций в предметной области и формулировать структурированную, слабоструктурированную или не структурированную проблему с инструментальными средствами;

4) для формирования конечным пользователем запросов к внешним и внутренним БД и оптимизации;

5) моделирования и визуализации данных конечному пользователю (например, в форме круговых диаграмм, гистограмм и карт);

6) помогать выявлять предпочтения аналитиков или ЛПР;

7) позволять выбрать количество значимых критериев и задать их тип (скалярные, векторные и нечеткие), принимая во внимание измерительную шкалу оценки результатов по каждому из них;

8) помогать задавать цель по каждому критерию;

9) синтезировать и/или генерировать желаемый набор гипотез, решений (сценариев, действий);

10) осуществлять оценку гипотез по принятым критериям и предлагать лучшие варианты из возможного набора;

11) обеспечивать постоянный обмен информацией об обстановке принимаемых решений и помогать согласовать групповые решения экспертов в виде: идеальной точки, ранжирования по Парето или с использованием λ-коэффициентов;

12) моделировать принимаемые решения;

13) анализировать возможные последствия от принимаемых решений;

14) производить сбор сведений о результатах реализации принятых решений и осуществлять их оценку.

Список использованной литературы:

1. Амосов Н. М. Нейрокомпьютерные и интеллектуальные роботы. – Киев: Наукова думка, 1991. 120 с.

2. Анохин П.К. Проблемы центра и периферии в физиологии нервной деятельности. – Горький, 1935. 90 с.

3. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. – М.: АН СССР, 1971. 124 с.

4. Анохин П. К. Узловые вопросы теории функциональной системы. – М.: Наука, 1980. 80 с.

5. Барсуков А. П. Компоненты и решения для создания роботов и робототехнических систем. – М.: ДМК-Пресс, 2005. 144 с.

6. Квантовые вычисления. За и против. – Ижевск: Изд-во Удмуртского университета, 1999. 48 с.

7. Макаров И. М., Лохин В. М., Манько С. В. и др. Интеллектуальные робототехнические системы: тенденции развития и проблемы разработки. Часть 1. // Механотроника, автоматизации, управление. 2004. № 9. С. 22-35.

8. Паун Г., Розенберг Г., Салома А. ДНК-компьютер: новая парадигма вычислений / Пер. с англ. – М.: Мир, 2004. 60 с.

9. Потапова Р. К. Речевое управление роботом: лингвистика и современные автоматизированные системы. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КомКнига, 2005. 140 с.

10. Пупков К. А., Коньков В. Г. Интеллектуальные системы. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 420 с.

11. Turing A. Computing machinery and intelligence. 1950, 59, pp.433-460.

12. Сырецкий Г.А. Информатика. Том II. Информационные технологии и системы. Учеб. для вузов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 160 с.

13. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений. – М.: СИНЕГ, 1998. 120 с.

14. Цетлин М. Л. Исследования по теории автоматов и моделированию биологических систем. – М.: Наука, 1969. 80 с.

15. Юревич Е. И. Основы робототехники. 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВПетербург, 2005. 228 с.

16. Goldenberg D. E. Genetic Algorithms.in search, optimization and machine lerning / Addision-Westley Publ. Cong, 1989.

17. Holland J. H. Adaptation in Natural and Artificial Systems. The University of Michigan Press, 1975.

18. Ivakhnenko G. A. Self-Organization of Neuronet with Active Neurons for Effects of Nuclear Test Explosions Forecastings. System Analysis Modeling Simulation (SAMS), 1995, Vol. 20, PP. 107–116.

Мансурова М. Е., доцент, к.ф.-м.н.,
Казахский национальный университет имени аль-Фараби
Кульмамиров С. А., к.т.н., и.о.доцента, академик МАИН,
Есильский университет, Астана

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРЕЗ СЕТЬ LORAWAN

Аннотация: Сейчас по всему миру до сих пор нет единого утвержденного международного стандарта для передачи данных в сетях «Интернета вещей». Одной из перспективных беспроводных технологий на современном рынке IoT-решений является LoRaWAN от Semtech. Конечные LoRa-устройства могут передать информацию с расстояния в 15 км от базовой станции,

используя при этом мощность передачи, не превышающую 25 мВт. Для сравнения следует отметить, что мощность излучения смартфонов, которые мы с вами носим с собой, в 8 раз больше.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, цифровые технологии, интернет вещей, IoT, ZigBee, LoRaWAN, ИКТ образование.

Аңдатпа: Қазіргі уақытта Заттар интернеті желілерінде деректерді берудің әлемдік деңгейде қабылданған стандарты жоқ. Қазіргі Заттар интернеті шешімдері нарығындағы перспективалы сымсыз технологиялардың бірі - Semtech компаниясының LoRaWAN. LoRa құрылғылары базалық станциядан 15 км қашықтыққа ақпаратты 25 мВт-тан аспайтын тарату қуатын пайдаланып жібере алады. Салыстыру үшін, бізбен бірге алып жүретін смартфондардың сәулелену қуаты сегіз есе көп.

Кілт сөздер: Индустрия 4.0, сандық технологиялар, Заттар интернеті, Заттар интернеті, ZigBee, LoRaWAN, АКТ білімі.

Abstract: Currently, there is no globally accepted standard for data transmission in Internet of Things networks. One promising wireless technology in the current IoT solutions market is LoRaWAN from Semtech. LoRa end devices can transmit information over a distance of 15 km from the base station, using a transmit power of no more than 25 mW. For comparison, the radiated power of the smartphones we carry with us is eight times greater.

Keywords: Industry 4.0, digital technologies, Internet of Things, IoT, ZigBee, LoRaWAN, ICT education.

В спецификациях LoRa максимальное расстояние для передачи данных может быть достигнуто при условиях «пробивной» способности сигнала частотой 868 МГц позволяет ему без помех проходить сквозь стены и бетонные перекрытия. В условиях городской застройки базовая станция LoRa может давать эффективный радиус покрытия от 2,5 до 4 км. Естественно, эти цифры зависят от конкретных условий, т. е. где и когда функционирует сеть «Интернета вещей», но по сравнению с другими технологиями в соотношении «расстояние/энергоэффективность» преимущество LoRaWAN налицо (рисунок 1).

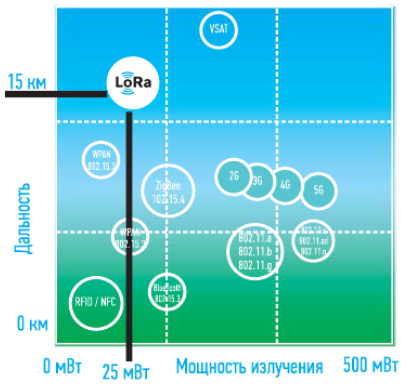


Рисунок 1 – Соотношение «расстояние / энергоэффективность» для беспроводной сети LoRaWan

«Последнюю милю» (канал, соединяющий конечные устройства с узлом доступа пользователя), построенную по технологии LoRaWAN, характеризуется 3 чертами: «далеко - автономно в течение долгого срока - экономично».

Кратко остановимся в преимуществах сети LoRaWAN:

1) LoRaWAN-сети обладают высокой скоростью развертывания (от двух дней) и простой настройкой пуско-наладки. Топология «звезда звезд» создает большой радиус покрытия для каждой базовой станции и избавляет от промежуточного оборудования.

2) Благодаря режиму ADR (автоматическая настройка скорости передачи данных) конечные устройства активны только в моменты передачи данных. Небольшая мощность передатчика базовой станции, позволяет устройству автономно функционировать до 10 лет от одной батарейки, а также увеличивать количество устройств, общающихся с одной базовой станцией, и масштабировать сеть.

3) Низкая стоимость базовых станций и конечных узлов позволяет реализовать некоторые решения до 10 раз дешевле по сравнению со слаботочными системами, например, ZigBee или GSM/GPRS. Стоимость эксплуатации системы также невысока.

4) LoRa - открытый стандарт, и это позволяет избежать монополии и не попасть в зависимость от конкретных производителей оборудования. Еще одним плюсом открытости является объединение разработчиков и производителей, использующих эту технологию, в альянс, что позволяет быстрее и эффективнее ее развивать и продвигать. Из-за таких характеристик LoRaWAN идеально подходит для систем с высокими требованиями к устойчивости связи на больших расстояниях и низкому энергопотреблению, позволяющему конечным устройствам долго работать автономно и без подзарядки.

Таким образом, LoRaWAN по сети можно собрать в единую систему различные виды устройств: фонари уличного освещения, приборы учета потребления ресурсов ЖКХ (электричество, вода, газ, тепло), автопарк (контроль передвижения, расхода горючего), устройства безопасности (контроль доступа), а также создавать принципиально новые решения в сфере услуг телекоммуникации, мониторинга, телематики, телемеханики, диспетчеризации, АСКУЭ, АСУ ТП, систем «умный дом» и «умный город».

В отличие от других стандартов LoRaWAN обладает большей гибкостью, открытостью и совместимостью. Он позволяет объединять частные и публичные сети в комбинированные (гибридные). Любой пользователь может, активировав свое совместимое LoRaWAN-устройство, протестировать все режимы работы сети «Интернета вещей» в демонстрационном режиме. Для этой технологии не существует географических границ, поэтому сети «Интернета вещей» на ее основе можно строить в любом месте.

Первичное полноценное покрытие LoRaWAN-сети в городе с миллионом жителей можно организовать с помощью всего 20 базовых станций операторского класса. Такая система будет гарантированно справляться с приемом информации от всех устройств при частоте отправки данных до 4 пакетов в сутки от каждого, если взять в качестве примера систему дистанционного сбора данных с приборов учета ресурсов учебного процесса, т.е. ситуацию проведения занятий в аудиториях лаборатории в реальном времени.

С помощью LoRaWAN-сетей можно производить мониторинг занятости учебной аудитории, мониторинга различных видов занятий (от лекции до практических или самостоятельных занятий, или исследовательских работ), отслеживать перемещение обучающихся и преподавателей, оценки качества воздуха и чистоты аудиторского помещения, протечек воды в кране аудитории, охранно-пожарной системы и задымлений. Если сеть использовать в помещениях многомиллионного городского масштаба, то к возможностям сети LoRaWAN можно также добавлять: вывоза мусора, работы лифтов, контролировать состояние окружающей среды, управлять уличным освещением, создавать системы контроля и управления доступом, отслеживать перемещение детей, пожилых граждан, предметов.

Можно также использовать радиомаяки LoRa для поиска похищенных автомобилей, велосипедов и любых других ценных предметов. Веб-приложения позволяют интеграторам и разработчикам решений создавать свои сети, подключать собственные базовые станции, регистрировать устройства и использовать полученные данные в различных приложениях.

Более наглядно использование сетей «Интернета вещей» можно было бы показать на примере работы жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) города. Например, в Республике Казахстан сумма долгов жителей за жилищно-коммунальные услуги в мае 2026 года превысила 250 млн. тенге: это 1,5% всего бюджета страны за 2020 год. Фактическая утечка и неучтенный расход воды составляет 22% от суммарного объема подачи воды по всему Казахстану. Фактические потери электроэнергии по стране достигают уже более 10 млн. кВт·ч. Из-за непрозрачности отношений между потребителями, распределяющими компаниями и поставщиками (производителями) ресурсов ЖКХ возникают постоянные споры.

В Казахстане потребители привыкли оплачивать коммунальные ресурсы по остаточному принципу и в последнюю очередь. Многие копят долги за 2–3 месяца, а в совокупности это миллиарды тенге, приводящие к серьезным кассовым разрывам у поставщиков ресурсов. Этим проблемам можно добавить статистику, что в Казахстане более 8 млн. счетчиков ресурсов ЖКХ. Их общее количество можно приравнять к числу городских жителей с учетом того, что в каждой квартире установлены 3 счетчика: электричества, горячей воды и холодной воды. И это если не считать газосчетчики.

Таким образом, если в Казахстане более 10 млн. городских жителей, то суммарная емкость рынка для региональных операторов сети составит более 5

млн. приборов учета. Если через 10 лет проникновение цифровых технологий дистанционного сбора показаний составит примерно 50%, то есть не менее 2,5 млн. новых приборов предстоит произвести, установить и подключить к системам диспетчеризации бизнес-процессов ЖКХ.

В каждом городе-миллионнике будет установлено от 80 тысяч приборов учета, передающих показания по беспроводным технологиям. В зависимости от успешности развития доля LoRaWAN-сетей составит от 20 до 40%, то есть от 16 до 32 тысяч приборов учета в каждом таком городе. Поскольку традиционные технологии мобильной связи не способны решить такие задачи, предъявляемые требованиями «Интернета вещей», в этом сегменте будут лидировать сети семейства LPWAN - эффективные сети дальнего действия.

Например, в Российской Федерации уже запущена сеть «Интернета вещей» на основе технологии LoRa, называемая «сетью 868». Она работает в безлицензионном радиодиапазоне 868 МГц и направлена на решение IoT-задач в различных областях: потребительской электронике, транспорте, логистике, промышленности, системах безопасности, энергетике, медицине. Ее облачное приложение CounterApp (рисунки 2 и 3) включает в себя систему дистанционного сбора данных с приборов учета в сети «Интернета вещей». Сейчас самое время пользоваться моментом, потому что грядет взрывной рост IoT-рынка. Технология LoRaWAN уже продемонстрировала работоспособность и реальные выгоды от ее использования для решения различных IoT-задач. Период, когда происходит наработка опыта и обкатка технологий, подходит к концу. Можно одними из первых внедрить инновации, чтобы к тому времени, когда рынок сформирует свое мнение об игроках и технических решениях, чтобы в стране были запущены успешные проекты, показывающие новым заказчикам перспективные рынки на фоне не обкатанных предложений от конкурентов.

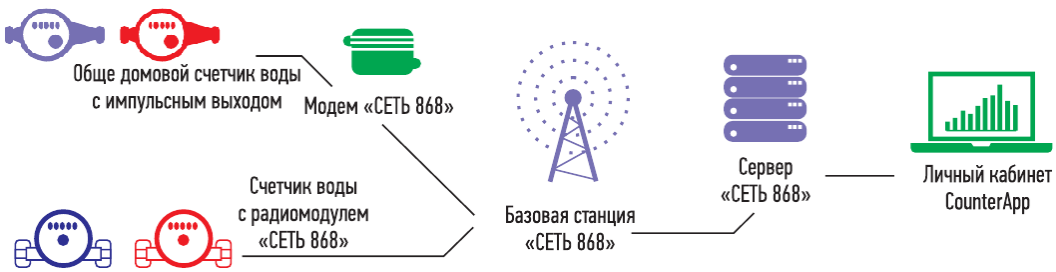


Рисунок 2 - Схема сбора данных со счетчиков с помощью оборудования «Сеть 868»

Такие виды обзора можно сделать в области технологического образования в школах и университетах. Например, важнейшими сквозными технологиями Индустрии 4.0 являются интеллектуальная робототехника и искусственный интеллект, аддитивные технологии, технологии виртуальной и дополненной реальности, технологии больших данных, промышленный интернет вещей [1].

Современные технологии класса Интернет вещей уже следует включать в содержание технологического образования в школе и при подготовке учителей ИКТ. Эта необходимость определяется национальными программами, которые реализуются в настоящее время. Должна быть обеспечена возможность изучать технологию на базе оснащенных образовательных организаций, а для учителей технологии должны быть реализованы инновационные программы повышения квалификации [3].

Дальнейшие здесь приведенные результаты исследований, которые отражены в данном тезисе, посвящены были проблеме интеграции в технологическое образование будущих преподавателей и учителей технологии одного из передовых и перспективных направлений Индустрии 4.0 – технологий Интернета вещей.

Интернет вещей, объединяя цифровых датчиков и актуаторов, может взаимодействовать с внешней средой с помощью встроенных технологий связи и Интернета. Одно из первых определений интернета вещей было дано Нилом Гершенфельдом, Раффи Крикорианом и Дэнни Коэном в работе [4], посвященной концепции IoT и её возможностям.

В настоящее время число датчиков, устройств, подключенных к Интернету, неуклонно растет. Данные, собранные компанией Cisco и опубликованные Дэйвом Эвансом в отчете [5], говорят о том, что количество таких устройств превысило численность населения Земли примерно в 2005 году. Сейчас устройств Интернет-вещей около 50 миллиардов, а к 2025 году, как предполагает К. Шваб [6], ожидается триллион устройств, подключенных к Интернету. На рисунке 4 показана динамика развития Интернета вещей по всему миру. Рынок Интернета вещей постоянно расширяется. Данные технологии применяются в образовании, промышленности, транспорте, медицине, ЖКХ, быту.

На рисунке 5 приведены результаты исследования аналитиков компании Ovum Т. Стаммерса, Э. Томаса и П. Холли, показывающие число подключенных к Интернету устройств в разных отраслях [7].

Современные исследователи В. П. Куприяновский, Д. Е. Намиот, В. И. Дрожжинов и другие [8] показали, что интеграция датчиков и устройств управления промышленных станков с САПР и АСУ ТП позволяет вывести производство товаров на совершенно иной уровень качества, экономичности и эффективности. Промышленные приложения IoT уже сейчас позволяют внедрять рассматриваемые технологии в автоматический мониторинг, контроль, управление, техническое обслуживание. Обзор ключевых технологий и трендов IIoT в промышленности достаточно подробно провели Ли Да Сюй, Ву Хе, Сянчан Ли [9].

В энергетике и ЖКХ возможности Интернет вещей в первую очередь был связан с дистанционным мониторингом удаленных энергетических систем и различных счетчиков. Сбор и анализ информации о состоянии обору-

дования, его функционировании позволяет мгновенно реагировать на внештатные ситуации, оперативно исправлять проблемы, возникающие в системах. А удаленный контроль счетчиков позволяет бороться с потерями, вызванными неисправностями приборов, несанкционированным использованием энергии.

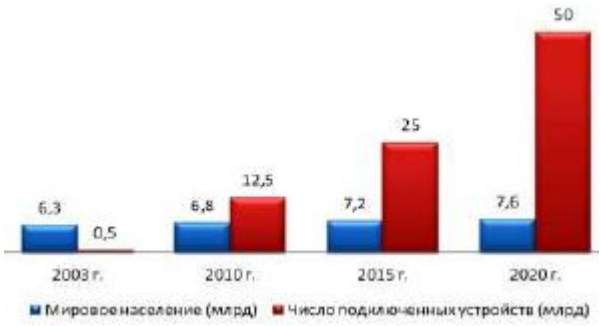


Рисунок 3 - Динамика развития интернета вещей

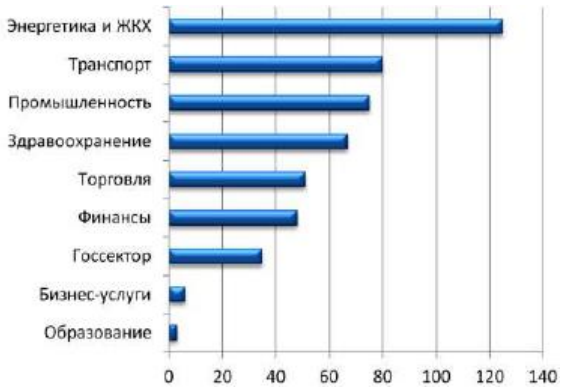


Рисунок 4 - Число IoT устройств (млн шт.) в основных отраслях

Одним из перспективных направлений интернета вещей является его развитие в автомобильной индустрии. Д. З. Евсеев, М. М. Зайцева, В. В. Косенко и другие выделяют в этой области три направления: создание беспилотного автомобиля, создание «автомобильного интернета» и разработку технологии беспилотных автоколонн [10].

Уже сейчас во многих автомобилях передовых производителей сотни и тысячи датчиков и устройств управления взаимодействуют между собой по беспроводным сетям, что позволяет управлять автомобилем удаленно. Введение интернета вещей позволяет оптимизировать логистику в транспортной отрасли, что приводит к сокращению себестоимости продукции, а также позволяет осуществлять контроль за перемещением продукции. Анализ таких возможностей интернета вещей был проведен А. А. Вахрушевой [11].

Интернет вещей дал толчок развитию такой отрасли, как телемедицина, с помощью которой возможен дистанционный мониторинг различных пара-

метров здоровья человека, что позволяет удаленно расшифровывать медицинскую информацию, выставлять диагнозы и принимать решения о способе лечения.

В материалах обзора Г. С. Лебедева, И. А. Шадеркина, И. В. Фоминой [12] определены наиболее перспективные направления ИКТ, среди которых выделяются клиническая и пациент-центрированная телемедицина, медицинский интернет вещей, медицинские информационные системы. Соответственно, IoT вошел и в образование.

Можно рассматривать 2 направления, в которых уместно говорить об интернете вещей. Первое – это использование IoT как одной из составляющих информационно-образовательной среды. Второе – рассмотрение IoT как феномена изучения, содержательного контента образования.

В первом направлении контекста IoT представляет собой устройства и датчики, встроенные в различные учебные приборы, технические средства обучения, устройства по нормальному функционированию учебного процесса в образовании. Использование в образовательном процессе мобильных устройств и облачных сервисов также можно интерпретировать как технологии IoT. Такие возможности рассмотрены О. Ю. Заславской и А. И. Кирилловым [13]. Уже есть опыт использования технологий IoT на уроках общеобразовательной школы, в частности на уроках информатики. А. А. Гальчук и А. Н. Сергеев [14] в своей работе раскрывают возможности использования методики распределенного обучения информатики с помощью технологий IoT и условия реализации методики обучения информатики в системе «Умный класс».

Объединение учебного оборудования в единые сети позволяет организовать электронное обучение с совершенно новыми дистанционными технологиями – технологиями дистанционного управления учебными и научными экспериментами.

В исследованиях В. Г. Зубкова, И. И. Колтунова, А. В. Акимова [15] представлена одна из возможных технологий проектирования лабораторных работ для дистанционного обучения студентов технических специальностей.

Например, в КазНУ имени аль-Фараби на кафедре «Искусственный интеллект и Big Data» (ИИиБД) факультета ФИТ с осени 2020 года действует исследовательская лаборатория «Интернет вещей». Здесь ведутся исследовательские, практические и лабораторные занятия почти по всем дисциплинам образовательных программ в области ИКТ. Сейчас многие АРМ уже доступны в режиме онлайн обучающимся, которые могут дистанционно подключать обучающихся в проводимым экспериментам через базовые станции LoRaWAN и самостоятельным работам обучающихся по заданию преподавателей кафедры ИИиБД. В настоящем сборнике тезисов докладов будут опубликованы еще несколько работ, показывающие результаты исследований преподавателей и исследователей кафедры в ИИиБД в данном направлении.

Приведем еще несколько примеров развития технологии IoT и применения сети LoRaWAN в первую очередь соседней стране с Казахстаном, т.е. в Российской Федерации.

В Казанском национальном исследовательском техническом университете им. А. Н. Туполева в Центре дистанционных автоматизированных учебных лабораторий (региональный центр технологий National Instruments) Ю. К. Евдокимовым, А. Ю. Кирсановым, А. Ш. Салаховой разработан цикл дистанционных лабораторных работ по основам электроники и радиотехники [16]. Обучающиеся выполняют эксперименты в этих лабораториях с применением сетевых технологий Интернета и локальной сети вуза. Для доступа к лабораторным работам было создано специальное программное обеспечение, которое позволяет выполнять монтаж экспериментальной установки, включающей измерительные приборы, изучаемые элементы, формировать исследуемые сигналы и выполнять обработку результатов эксперимента.

В МГТУ им. Н. Э. Баумана создан портал «Автоматизированный лабораторный практикум с удаленным доступом» (АЛП УД), на котором размещены ресурсы нескольких интернет-лабораторий: «Испытания материалов», «Спектрометрия плазмы и плазменные нанотехнологии», «Радиотелескоп МГТУ им. Н. Э. Баумана» и Интернет-лаборатории по робототехнике. В университете для управления удаленными объектами через сеть Интернет А. М. Зиминым разработана «Интерактивная диалоговая удаленная система» (ИНДУС) [17] для сопряжения экспериментальных установок с компьютерами, позволяющая полностью контролировать выполнение лабораторных занятий.

В Московском энергетическом институте профессорами О. С. Колосовым, Л. Г. Гениным, Я. И. Листратовым, В Г. Свиридовым и другими учеными [18] автоматизированы лаборатории элементов автоматики, систем управления, теплотехники и гидравлики. Дистанционные лабораторные стенды позволяют удалённо проводить исследования конвекции в системах труб, теплообмена в воде и газах при различных режимах её течения, различных режимов турбулентности.

В зарубежных университетах удаленные лаборатории также являются эффективным средством организации дистанционного обучения техническим дисциплинам. В Национальном университете Сингапура функционирует дистанционная лаборатория, которая позволяет изучать как простые электротехнические цепи из пассивных RLC-элементов, так и сложные активные схемы с универсальными измерительными приборами. Наблюдение за дистанционным экспериментом осуществляется с помощью веб-камеры. Все составляющие дистанционной лаборатории объединены сервером, осуществляющим сбор, обработку и передачу информации по сети. С. Чен, С. Рамакришнан, Ю. Чжуан и другие в своей работе [19] подробно описали технологические установки реализации таких лабораторных работ.

Лаборатория автоматического управления (Automatic Control Engineering Laboratory) разработана в Национальном институте Сербии (г.

Ниш). Лаборатория позволяет исследовать магнитные свойства различных материалов и изучать характеристики сервоприводов. М. Наумович и Д. Живанович [20] на основе этой лаборатории спроектировали дистанционные эксперименты, которые обучающиеся могут выполнять удаленно.

Дистанционные лабораторные работы проводятся не только в рамках дисциплин радиоэлектроники. В инженерном колледже г. Майсур (Индия) Джагадиш Чандра и Судхакер Самуэль разработали архитектуру удаленного обучения обучающихся на основе веб-технологий для дистанционного эксперимента по управлению средой биореактора [21]. В работе изучаются процессы, происходящие в биореакторе, в частности, осуществляется контроль температуры, кислотности и скорости реакций. Программная часть установки выполнена в приложении LabVIEW, виртуальные инструменты которого позволяют дистанционно управлять процессами и снимать показания с измерительных приборов.

В Сыктывкарском государственном университете имени Питирима Сорокина на кафедре общетехнических дисциплин и методики обучения технологии М. Д. Китайгородским и И. Н. Смольяниновым был разработан лабораторный стенд для дистанционного изучения микроконтроллеров (МК) [22]. Стенд объединяет в себе электронную плату, позволяющую изучать работу МК посредством дистанционного программирования устройств ввода-вывода цифровой и аналоговой информации с помощью контроллеров Arduino UNO и дистанционного наблюдения работы IoT устройств с помощью веб-камеры. В результате его использования в лабораторном практикуме повышается эффективность обучающего процесса, значительно снижается время освоения основ программирования МК.

Однако отметим, что в настоящее время научных и методических работ, связанных с вопросами обучения технологиям IoT, крайне мало. Учебные курсы по IoT только начинают проектироваться и реализовываться в отдельных образовательных программах бакалавриата и магистратуры.

Например, на факультете ВМиК МГУ имени М. В Ломоносова Д. Е. Намиотом предлагался курс по Интернету вещей для магистерских программ «Открытые информационные системы» и «Программное обеспечение вычислительных систем», состоящий из нескольких разделов: «Архитектура приложений», «Сетевые стандарты взаимодействия», «Системы хранения данных», «Принципы анализа и обработки данных» [23, 24]. В данных работах приводятся также обзоры магистерских программ, предметом изучения которых является Интернет вещей.

В Московском институте электроники и математики им. А. Н. Тихонова Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» начинает реализовываться магистерская программа «Интернет вещей и киберфизические системы». Программу возглавляет профессор-исследователь Л. С. Восков [25]. Программа предназначена для подготовки специалистов, способных использовать достижения IoT, и имеет 3 блока:

- инженерия в области IoT и киберфизических систем;
- анализ данных и прикладное ПО в киберфизических системах и ИоТ;
- кибербезопасность в IoT.

Обучение реализуется в партнёрстве с российскими и международными компаниями, внедряющими эти технологии: National Instruments, Rightech, InfoWatch, Samsung, IBM, PTC и другими, что позволяет обучающимся получать доступ к лабораториям, профессиональному оборудованию и к знаниям напрямую от специалистов в индустрии и ИКТ.

В Сколковском институте науки и технологий (Сколтех), новом международном исследовательском университете, профессором Н. Бриллиантовым разработана магистерская программа «Информационные науки и технологии» где читаются курсы по IoT и высокопроизводительным вычислениям (HPC) [26]. Программа готовит специалистов для Индустрии 4.0, дающая глубокую теоретическую подготовку обучающихся и развивает их прикладные навыки в сферах высокопроизводительных вычислений, Big Data и IoT.

В Институте микроприборов и систем управления имени Л. Н. Преснухина Национального исследовательского университета «Московский институт электронной техники» осуществляется прием абитуриентов на обучение по нескольким программам магистратуры по направлению «Информатика и вычислительная техника». Одна из программ этого направления – «Встраиваемые системы: от IoT до робототехнических комплексов». По программе осуществляется подготовка обучающихся в области проектирования и внедрения вычислительных комплексов различного назначения: от миниатюрных устройств до сложных высокопроизводительных вычислительных систем. Высокое качество образовательной программы обеспечивается функционирующей в институте научной школой члена-корреспондента РАРАН, профессора В. А. Бархоткина [27].

Еще одна магистерская программа с наименованием «Интернет вещей» реализуется в Московском авиационном институте (национальный исследовательский университет). Ключевыми компетенциями выпускников данной магистратуры являются:

- умение проектировать киберфизические системы, ориентированные на применение технологий «Интернета вещей»;
- понимание построения архитектуры smart-систем (умный город);
- знание и понимание перспективных направлений применения IoT в процессе цифровой трансформации бизнеса.

Разработчики программы Д. Волошин, И. Быконя и С. Ляпина организовали обучение таким образом, что студенты совмещают учебные занятия с работой в профессиональной области [28]. В учебном плане в основном преобладают лабораторные и практические занятия, а теоретические вопросы рассматриваются в форме консультаций и обсуждений со специалистами по IoT.

Конечно, образовательные программы IoT реализуются и в зарубежных вузах. В глобальном технологическом институте Zigurat (г. Барселона, Испания) реализуется магистерский курс «Global Smart City Manager» (управление умным городом). Эта программа, руководителями которой являются исследователи Рамон Грас Алома и Джереми Берк [29], применяет к участникам междисциплинарный подход, при этом учитываются новые технологические инструменты в городских условиях. Выпускники программы становятся менеджерами «умного города», которые будут обеспечивать согласованность всех инициатив и проектов города на основе устойчивого подхода.

В Университете Брэдфорда (г. Брэдфорд, Западный Йоркшир, Англия) представлена уникальная очная магистерская программа «Internet of Things (IoT)», которая разработана экспертами в этой области, имеющими богатый опыт исследований и разработок в IoT, для решения проблемы нехватки квалифицированных специалистов. В дополнение к стандартным подходам в обучение внедряется интерактивная среда, состоящая из симуляторов, облачных тестовых площадок для поддержки практического обучения, которая расширяет возможности разработки продуктов интернета вещей. Обучающиеся свои практические занятия проводят в специализированном «Центре вычислительных предприятий», который предоставляет возможности реализации проектов, являющихся актуальными для современной индустрии. Руководители центра Дэн Неагу и Мариан Георге считают, что обучающиеся получают важные отраслевые знания и опыт, чтобы улучшить свои профессиональные навыки и иметь перспективы трудоустройства, а промышленные партнеры в конечном итоге получают программные продукты, которые используются их организациями, и академический опыт [30, 31].

Учебные модули «Internet of Things» включены в программы бакалавриата Тяньцзиньского университета (г. Тяньцзинь, КНР). После базового модуля «Информационная и телекоммуникационная инженерия» обучающиеся осваивают специализированные модули:

- введение в Интернет вещей;
- беспроводные сенсорные сети и RFID;
- компьютерные коммуникации и сети;
- аналитика больших данных;
- IoT технологии и приложения.

Разработчики программы Жан-Филипп Вассер и Адам Дункелс [32] являются и авторами учебника [33], в котором подробно показывается, как подключение интеллектуальных объектов влияет на нашу жизнь, с примерами практической реализации и примерами из практики. Это обеспечивает глубокое понимание технологических и архитектурных аспектов, лежащих в основе технологии смарт-объектов.

Рассматривая образовательные программы по IoT, надо отметить и долгосрочный социальный проект компании Samsung Electronics «IoT Академия Samsung». Целью проекта является создание Центров компетенций по работе

с технологиями IoT на базе российских вузов. Для реализации проекта экспертами Исследовательского центра Samsung создан авторский учебный курс и методические материалы, рассчитанные на два учебных семестра. На базе вузов-партнеров оборудованы специализированные IoT-лаборатории, где установлены мобильные и носимые устройства Samsung, наборы для быстрого прототипирования и микрокомпьютеры Artik.

В первом семестре обучающиеся изучают 5 учебных кейсов-задач:

- электронный замок;
- мониторинг температуры и влажности на фармацевтическом складе;
- адаптивное освещение офиса;
- умный мусорный контейнер;
- умная автоматизированная теплица.

Во втором семестре обучающиеся приступают к разработке собственных проектов, цель которых – решение практических задач с применением IoT-технологий. По итогам аттестации они получают сертификаты об успешном окончании программы «IoT Академия Samsung». Менеджером программы является один из авторов курса Т. Волкова [34].

Таким образом, представленный обзор образовательных программ по IoT показывает, что в технических вузах данные программы проектируются, реализуются и являются актуальными. Авторы тезиса также провели другие исследования содержания образовательных программ подготовки и повышения квалификации преподавателей и учителей в области цифровых технологий ИКТ, где полученные результаты показывают, что нет таких магистерских программ, в которых рассматривались бы технологии IoT в школьном образовании. И это является проблемой, так как школьное технологическое образование должно раскрывать современные цифровые технологии, в том числе и технологии IoT, а для этого необходима соответствующая технологическая и методическая подготовка преподавателей и учителей в данном направлении.

Для реализации цели исследования и решения поставленных задач использовался комплекс методов: изучение и анализ нормативных и программно-методических документов в сфере образования, обобщение педагогического опыта, анкетирование, наблюдение, педагогический эксперимент, количественная и качественная обработка экспериментальных данных, графическое представление полученных результатов. Опросы преподавателей ИКТ и обучающихся выявили проблему данного исследования. Они проводились на основе опросников, размещенных в Google Формах. Например, в частности, было опрошено более 50 учителей из 38 общеобразовательных школ Казахстана и более 60 студентов, обучающихся по направлениям подготовки ИКТ.

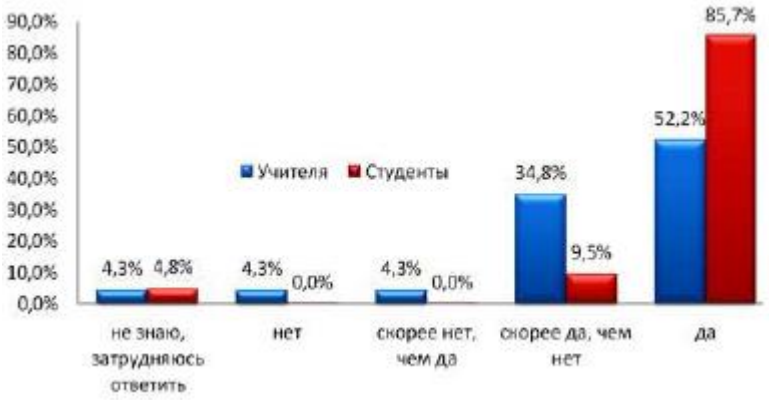


Рисунок 5 - Результаты ответов учителей технологии
и студентов на утверждение о необходимости

Проектирование учебной дисциплины «Интернет вещей» для студентов – будущих учителей технологии осуществлялось с учетом дидактических принципов обучения, таких как научность образовательных программ, интеграция содержания обучения, использование технологий электронного обучения, использование методов и технологий креативного обучения.

Результаты опроса представлены на рисунке 5. Более 95% обучающихся и 87% учителей школ считают, что обновление необходимо. Но не все учителя готовы к обновлению. На рисунке 6 показаны результаты ответов учителей на вопрос о готовности обучать современным цифровым технологиям своих учащихся. Только около 37% учителей ответили, что готовы к этому.

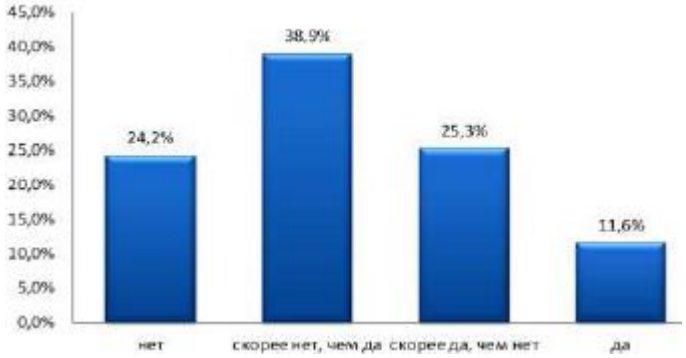


Рисунок 6 - Результаты ответов учителей технологии
на вопрос о готовности обучать учащихся цифровым технологиям

Поэтому перед исследовательской лабораторией кафедры ИИиБД КазНУ имени аль-Фараби появляется задача включения в состав программ повышения квалификации преподавателей и учителей предметного модуля «Цифровые технологии» (рисунок 7).

В образовательной программе кафедры ИИиБД по специальности «Интеллектуальные системы управления» и «Интернет вещей» наряду с дисци-

плинами цифровых технологий «Микропроцессорная техника», «3D-проектирование», «Компьютерное моделирование» и другими в учебные планы также включена дисциплина «Интернет вещей».

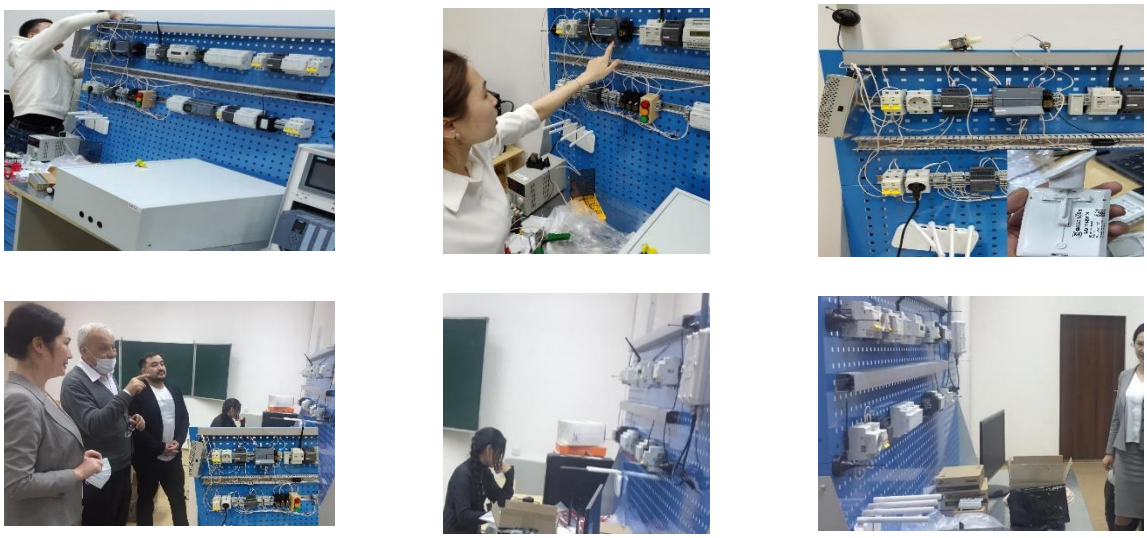


Рисунок 7 – Исследовательская лаборатория IoT КазНУ им. Аль-Фараби

Целью дисциплины «Интернет вещей» является ознакомление обучающихся с основами технологии IoT. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- знать терминологию в области IoT, микропроцессорные и программные средства для реализации технологий интернета вещей;
- уметь применять полученные знания и владеть технологиями IoT при осуществлении учебной и профессиональной деятельности.

В содержание такой дисциплины включены 4 раздела:

1) Введение в интернет вещей. Терминология интернета вещей. История интернета вещей. Отрасли интернета вещей. Перспективы технологий интернета вещей в индустрии и области сервиса. Интернет вещей в образовании.

2) Технические средства интернета вещей. Устройства интернета вещей: датчики, исполнительные механизмы (актуаторы), микроконтроллеры, контроллеры. Подключение датчиков и актуаторов к микроконтроллерам. Ознакомление с контроллерами Arduino.

3) Сетевые технологии интернета вещей. Сети LoRaWAN и ZigBee. Сетевые протоколы. Технологии Bluetooth и Wi-Fi. Подключение контроллеров к сетям передачи данных. Передача и прием данных с помощью контроллера Arduino.

4) Сервисы, приложения и модели IoT. Основы проектирования удаленных систем на основе IoT. Применение IoT в технологическом образовании основного общего образования и в дополнительном образовании детей школ.

Основной формой изучения цифровых технологий, конечно, является лабораторный практикум. Именно при выполнении практических заданий у

будущих преподавателей технологии формируются компетенции, которые необходимы в их будущей профессиональной деятельности.

Лабораторные работы включают 3 цикла занятий. На первом обучающиеся изучают алгоритмы подключения к контроллеру Arduino различных датчиков: температуры, освещенности, влажности, движения, концевых выключателей и устройств управления и индикации: реле, сервоприводов, светодиодов, цифровых индикаторов, звуковых устройств. Второй цикл лабораторного практикума посвящен сетевым технологиям, технологиям удаленного взаимодействия с контроллерами Arduino. На третьем цикле занятий обучающиеся выполняют мини-проект на основе кейс-технологии. Перед учащимися ставятся практические задачи, подобные тем, которые они могли бы использовать в своей будущей профессионально-педагогической деятельности.

Наиболее интересными приложениями Интернета вещей, с точки зрения обучающихся, являются технологии «умного дома». Кейс-задачи решаются командами из 2–3 обучающихся и завершаются защитой проектов. Поэтому кейс-задачи были сформулированы именно в направлениях:

- дистанционное определение температуры помещения;
- охранная система на основе датчика движения;
- автоматическое управление шторами при изменении освещенности;
- дистанционное управление освещением помещения.

Таким образом, технологии Интернета вещей являются наиболее интегрированными цифровыми технологиями. Для их освоения необходимы знания о работе различных датчиков и исполнительных механизмов, программировании микроконтроллеров, владение сетевыми технологиями.

Список использованных источников:

1. Тарасов И. В. Технологии Индустрии 4.0: влияние на повышение производительности промышленных компаний // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. – № 2. С. 62–69.

2. Gershenfeld N., Krikorian R., Cohen D. The Internet of Things // Scientific American. – 2004. – Vol. 291. – P. 76–81.

3. Evans D. The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. – www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf.

4. Шваб К. 4-ая промышленная революция. – М.: Эксмо, 2016.–138 с.

5. Интернет вещей, IoT, M2M мировой рынок. – http://www.tadviser.ru/index.php / Статья: Интернет_вещей, IoT, M2M. 2018.

6. Интернет Вещей на промышленных предприятиях / В. П. Куприяновский, Д. Е. Намиот, В. И. Дрожжинов, Ю. В. Куприяновская // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – № 12. – С. 69–77.

7. Ли Да Сюй, Ву Хе, Сянчан Ли. Интернет вещей в промышленности: обзор ключевых технологий и трендов // IIoT. Приложение к журналу Control Engineering Россия. – 2017. – Апрель. – С. 12–18.

8. Индустрия 4. 0 и автомобильный транспорт / Д. З. Евсеев, М. М. Зайцева, В. В. Косенко, А. А. Котесова, Т. К. Шульга // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 2(49). – URL: http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4919.

9. Вахрушева А. А. Опыт и перспективы применения Интернета вещей в навигации // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2017. – № 2. – С. 25–30.

10. Эволюция интернет-технологий в системе здравоохранения / Г. С. Лебедев, И. А. Шадеркин, И. В. Фомина, А. А. Лисненко, И. В. Рябков, С. В. Качковский, Д. В. Мелаев // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. – 2017. – № 2(4). – С. 63–78.

11. Заславская О. Ю., Кириллов А. И. Новые возможности информатизации образования – «Интернет вещей» // Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования. – 2017. – № 2. – С. 140–147.

12. Гальчук А. А., Сергеев А. Н. Использование технологий Интернета вещей на уроках информатики в школе // Научный результат. Педагогика и психология образования. – 2017. – № 4(14). – С. 3–10.

13. Development of Remote Laboratory Experimentation through Internet / S. H. Chen, R. Chen, S. Y.Hu Ramakrishnan, Y. Zhuang, C. C. Ko, M. Chen // Proceedings of the 1999 IEEE Hong Kong Symposium on Robotics and Control. – Hong Kong, 1999. – P. 756–760.

14. Naumovic M. B., Zivanovic D. Remote Experiments in Control Engineering Education Laboratory. International Journal of Online Engineering. – 2008. – Vol. 5. – № 2. – P. 273–282.

15. Намиот Д. Е. Об учебных программах по Internet of Things // International Journal of Open Information Technologies. – 2015. – № 5. – С. 35–38.

16. Намиот Д. Е. Об обучении по Internet of Things и Smart Cities // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – № 5. – С. 26–38.

17. Магистерская программа «Интернет вещей и киберфизические системы». – https://www.hse.ru/ma/internet/.

18. Встраиваемые системы: от IoT до робототехнических комплексов. – http://www. abiturient.ru/speciality/75721.

19. Волошин Д., Быконя И., Ляпина С. Почему работодатели заинтересованы в выпускниках магистратуры «Интернет вещей» МАИ. – https://mai.ru/press/news/detail.php? ID=105085.

20. Master’s in Global Smart City Manager. – https://www.e-zigurat.com/en/smart-cities-masters-program/.

21. MSc Internet of Things (IoT). – https://www.bradford.ac.uk/media-v8/aqeo/programme-specifications/2019-20/MSc-IoT-Programme-spec-2019-20-Final.pdf.

22. TJU Syllabus for Internet of Things. –http://cs.tju.edu.cn/csweb/resources/files/upload/file/20170223/1487824207021017932.pdf.

23. Vasseur Je.-Ph., Dunkels A. Interconnecting Smart Objects with IP // Morgan Kaufmann. – 2010. – 432 p.

24. Волкова Т. IoT Академия Samsung. Программа обучения. – https://myitacademy.ru/ edu/mod/page/view.php?id=124.

Жанғабыл Д. С., студент 4 курса специальности ВТиПО,
Есенжолов Ж. А., магистрант 2 курса специальности ИС,
Сатиева А. Ю., студентка 1 курса специальности ИС,
Esil University, Астана

РАЗРАБОТКА И АРХИТЕКТУРА ГОЛОСОВОГО ИИ-АГЕНТА ПРИЁМНОЙ КОМИССИИ УНИВЕРСИТЕТА НА БАЗЕ OPENAI REALTIME API

Аннотация: Статья посвящена разработке EsU Smart-Qabyldau - браузерного ИИ-агента приёмной комиссии Esil University. Система обеспечивает круглосуточные голосовые консультации абитуриентов на русском и казахском языках без установки ПО. Описаны ключевые архитектурные решения: HTTP Long Polling, Web Audio API, потоковая передача PCM16, механизм Server VAD и система Dialog Guard, а также принципы построения системного промпта агента.

Ключевые слова: Smart-Qabyldau, ИИ-агент, абитуриент, Long Polling, Web Audio API, потоковая передача, промпт.

Аңдатпа: Мақала Esil University қабылдау комиссиясының браузерлік ЖИ-агенті EsU Smart-Qabyldau жүйесін әзірлеуге арналған. Жүйе қосымша бағдарламалық қамтамасыз етусіз орыс және қазақ тілдерінде тәулік бойы дауыстық кеңес береді. HTTP Long Polling, Web Audio API, PCM16 ағынды тарату, Server VAD және Dialog Guard механизмдері, сондай-ақ агент жүйелік промптының құрылу принциптері сипатталған.

Кілт сөздер: Smart-Qabyldau, жасанды интеллект агенті, өтініш беруші, ұзақ сауалнама, веб-аудио API, ағын, шақыру.

Abstract: The article presents the development of EsU Smart-Qabyldau, a browser-based AI agent for the admissions office of Esil University. The system provides 24/7 voice consultations for applicants in Russian and Kazakh without any software installation. Key architectural decisions are described: HTTP Long Polling, Web Audio API, PCM16 audio streaming, Server VAD, and the Dialog Guard mechanism, along with the principles underlying the agent's system prompt design.

Keywords: Smart-Qabyldau, AI agent, applicant, Long Polling, Web Audio API, streaming, prompt.

В условиях цифровой трансформации высшего образования автоматизация процесса первичного информирования абитуриентов становится одним из ключевых направлений повышения операционной эффективности приёмных

комиссий. Ежегодно сотрудники приёмной комиссии Esil University отвечают на тысячи однотипных вопросов: о сроках подачи документов, стоимости обучения, требованиях к ЕНТ, наличии общежития и международных программ. Традиционные инструменты - статичные FAQ-страницы, текстовые чат-боты, колл-центры - либо недостаточно интерактивны, либо требуют значительных кадровых затрат.

В ответ на данную потребность разработана система EsU Smart-Qabyldau, реализующая голосовой диалог с ИИ-агентом непосредственно в веб-браузере без установки дополнительного программного обеспечения.

Пользователь нажимает одну кнопку и через несколько секунд начинает голосовой разговор с виртуальным консультантом, осведомлённым обо всех аспектах поступления в данный университет.

Президент Республики Казахстан Токаев К.Ж. неоднократно указывал на необходимость цифровизации государственных и образовательных услуг. Реализация голосовых ИИ-агентов в образовательных организациях является практическим шагом в данном направлении [1].

Целью данной статьи является описание архитектурных и инженерных решений, принятых при разработке EsU Smart-Qabyldau, анализ ключевых технических компромиссов, а также оценка результатов опытной эксплуатации системы.

1. Контекст и актуальность. Учреждение Esil University расположен в Астане и реализует образовательные услуги ОП бакалавриата и магистратуры. Приёмная комиссия ежегодно принимает заявления от нескольких тысяч абитуриентов, значительная часть которых обращается с устными запросами по телефону или в мессенджерах.

Анализ обращений выявил, что около 70% вопросов носят типовой характер и могут быть обработаны без участия специалиста при наличии структурированной базы знаний. Данное обстоятельство обосновывает целесообразность внедрения автоматизированного голосового агента.

Существующие решения в области образовательных чат-ботов, представленные на рынке Казахстана ограничены текстовым форматом и не поддерживают голосовое взаимодействие в реальном времени. EsU Smart-Qabyldau восполняет данный пробел, предоставляя естественный голосовой интерфейс, доступный на любом устройстве с браузером и микрофоном [2].

2. Архитектура системы. Система состоит из двух основных компонентов: браузерного фронтенда (React 18, TypeScript) и серверного бэкенда (Node.js, Fastify 5). Взаимодействие между ними осуществляется посредством REST API; бэкенд в свою очередь поддерживает постоянное WebSocket-соединение с OpenAI Realtime API.

Одним из ключевых архитектурных решений стал отказ от прямого WebSocket-соединения между браузером и сервером в пользу HTTP Long Polling. Клиент отправляет HTTP GET-запрос с тайм-аутом 25 секунд; сервер удерживает соединение открытым до появления новых событий или истечения

тайм-аута. Данный подход обеспечивает совместимость с корпоративными прокси-серверами и файрволами, которые нередко блокируют длительные WebSocket-соединения [3].

Захват микрофона производится через API getUserMedia с параметрами echoCancellation, noiseSuppression и autoGainControl. Полученный поток обрабатывается ScriptProcessorNode: входные семплы ресэмплируются с частоты дискретизации браузера (44 100 или 48 000 Гц) до 24 000 Гц методом линейной интерполяции, конвертируются из Float32 в Int16 (PCM16) и кодируются в Base64. Аудио нарезается фреймами по 20 мс.

Центральным элементом бэкенда является класс CallSession, управляющий жизненным циклом одного звонка. Конечный автомат сессии включает: `connecting → connected → listening → thinking → speaking → ended`, переходы между которыми инициируются событиями OpenAI Realtime API и отображаются в клиентском интерфейсе. Модуль поддерживает два режима детекции реплик: server_vad (акустический VAD на стороне OpenAI) и semantic_vad (семантический VAD, учитывающий смысловую завершённость высказывания).

Система хранит историю диалогов в JSON-файлах на сервере. Идентификатор пользователя генерируется в браузере и сохраняется в localStorage, что позволяет связывать звонки одного пользователя без регистрации и авторизации. При инициализации новой сессии история последних 30 реплик встраивается в системный промпт, устраняя необходимость повторно объяснять ранее обсуждённые обстоятельства [4].

3. Дизайн диалогового агента. Системный промпт агента разработан в соответствии с принципами предметно-ориентированного ограничения контекста (domain grounding). Агент явно позиционируется как консультант приёмной комиссии Esil University и не обсуждает темы, выходящие за пределы поступления и обучения в нашем университете.

Промпт структурирован по тематическим блокам, охватывающим всю предметную область:

- сведения вопросы о поступлении (ЕНТ, баллы, форматы обучения);
- перечень документов для казахстанских и иностранных абитуриентов;
- образовательные программы: 16 направлений бакалавриата, 9 магистерских программ, PhD, MBA/EMBA/DBA;
- финансовые условия, льготы и гранты (до 100% для обладателей «Алтын белгі»);
- международные программы: двойные дипломы с Польшей, Кореей, Кипром, ERASMUS+;
- общежитие, военная кафедра, бизнес-инкубатор.

Для обеспечения естественности диалога агенту предписывается отвечать кратко и по существу, использовать женский род, не реагировать на ко-

роткие междометия («угу», «ага», «мгм»), задавать не более одного уточняющего вопроса. Агент отвечает на языке вопроса пользователя; при нераспознанном языке - по умолчанию на русском.

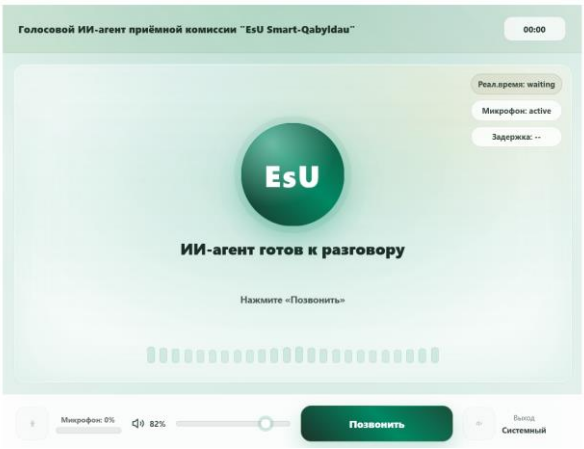


Рисунок 1 – Интерфейс веб-сервиса

Подавление реакции на междометия реализовано двухуровнево: на уровне промпта (явная инструкция) и на уровне кода (нормализованное сравнение транскрипции с предопределённым словарём). При совпадении команда response.create не отправляется.

4. Система контроля качества диалога (Dialog Guard). Для защиты от злоупотреблений - бесцельных звонков, автоматического перебора, зависших сессий - реализован модуль Dialog Guard. Через заданный интервал (по умолчанию 5 минут после начала разговора, затем каждые 2 минуты) модуль отправляет накопленную историю диалога в GPT-4o-mini с запросом на оценку содержательности.

Модель возвращает JSON-объект с полями is_substantive (boolean), reason (string) и confidence (float 0–1). Если диалог признан несодержательным, пользователь получает предупреждение, и через 30 секунд сессия завершается принудительно. Тайм-аут запроса составляет 15 секунд; при ошибке проверка повторяется в следующем цикле без прерывания сессии.

Негативные факторы, которые приводят к классификации диалога как несодержательного:

- пользователь систематически издаёт одиночные звуки или повторяет одно слово;
- отсутствие смысловых вопросов по теме поступления на протяжении всего диалога;
- явные признаки автоматизированного перебора (равномерные паузы, отсутствие интонации).

Наличие хотя бы одного смыслового обмена по профильной теме переводит диалог в категорию содержательных вне зависимости от наличия нерелевантных реплик.

5. Пользовательский интерфейс. Интерфейс выполнен в фирменной цветовой гамме Esil University (зелёный #008964, золотой #F0D78C) и стилизован под экран мобильного звонка.

Ключевые элементы интерфейса:

- аватар-орб с анимацией «дыхания» и пульсирующими кольцами в режиме дозвона;
- визуализатор голосовых баров (24 полосы) с различными анимациями для режимов idle / dialing / listening / thinking / speaking;
- строка живой транскрипции - текст ответа ИИ появляется в реальном времени;
- кнопка «Скип диалога» - прерывает текущий ответ ИИ и сбрасывает аудиобуфер;
- регулятор громкости и индикатор уровня микрофона;
- арифметическая капча при повторном звонке - защита от автоматизированных обращений.

Синтетический рингтон при дозвоне генерируется в Web Audio API (осцилляторы + шумовой буфер + динамический компрессор) без использования звуковых файлов. Интерфейс адаптирован для экранов от 320 px до 1920 px; на мобильных устройствах панели метрик скрываются, основные элементы управления перестраиваются в вертикальный стек.

6. Технологический стек. Технологический стек системы представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Технологический стек EsU Smart-Qabyldau

Уровень	**Технология**
Фронтенд	React 18, TypeScript 5, Vite, Web Audio API, CSS Modules
Бэкенд	Node.js 20, Fastify 5, WebSocket (ws 8)
ИИ-движок	OpenAI Realtime API (gpt-realtime), GPT-4o-mini
Транспорт	HTTP Long Polling (25 с тайм-аут), REST API
Аудио	PCM16, 24 кГц, Server VAD / Semantic VAD
История	JSON-файлы, до 30 реплик на сессию

7. Результат опытной эксплуатации. Система введена в опытную эксплуатацию в рамках приёмной кампании абитуриентов 2025 года. На основании первоначального тестирования зафиксированы следующие характеристики:

- воспринимаемая задержка первого ответа ИИ - 300–500 мс от окончания реплики пользователя;
- стабильность сессии - без разрывов при непрерывных 25-минутных разговорах в тестовых сценариях;

- точность тематического ограничения - агент корректно отклоняет запросы, не связанные с поступлением;

- подавление междометий - корректное срабатывание в 94% случаев при тестировании на словаре из 30 слов.

Основным ограничением текущей реализации является зависимость от внешнего API OpenAI, что влечёт риски в части доступности и стоимости при масштабировании. Хранение истории в плоских JSON-файлах не масштабируется горизонтально и должно быть заменено базой данных при переходе к многосерверной инфраструктуре [5].

HTTP Long Polling, хотя и обеспечивает широкую совместимость, уступает WebSocket по эффективности при высокой частоте событий (аудио-дельта). В будущих версиях целесообразно рассмотреть Server-Sent Events (SSE) как промежуточное решение.

В заключении отметим, что встатье представлена система голосового взаимодействия EsU Smart-Qabyldau, разработанная для автоматизации консультирования абитуриентов Esil University. Система реализует полный цикл голосового диалога непосредственно в браузере: захват и обработку аудио, потоковую передачу, распознавание речи, генерацию и воспроизведение ответа.

Ключевыми техническими решениями являются использование HTTP Long Polling для обеспечения сетевой совместимости, двухуровневое подавление реакции на междометия, механизм страховочного таймера VAD и модуль контроля содержательности диалога Dialog Guard. Предметно-ориентированный системный промпт ограничивает область знаний агента и обеспечивает предсказуемость его поведения.

Для повышения эффективности голосовых ИИ-агентов в всшем образовании необходимо:

- развивать поддержку казахского языка на уровне системного промпта;

- интегрировать локальные Speech-to-Speech модели для снижения зависимости от внешних API;

- реализовать аналитику обращений для совершенствования предметной базы знаний агента;

- обеспечить масштабирование с распределённым хранилищем сессий.

Таким образом, EsU Smart-Qabyldau демонстрирует, что современные речевые технологии уже достаточно зрелы для продакшн-использования в образовательном секторе - даже с учётом сложностей многоязычной среды и требований к надёжности.

Список использованных источников:

1. Послание Президента Республики Казахстан К.Ж. Токаева народу Казахстана «Справедливое государство. Единая нация. Благополучное общество». - 1 сентября 2022 г. https://www.akorda.kz. Дата обращения 10.04.2025.

2. Государственная программа «Цифровой Казахстан» на 2018–2022 годы. Утверждена постановлением Правительства РК от 12 декабря 2017 г. № 827. https://adilet.zan.kz. Дата обращения 10.04.2025.

3. OpenAI. Realtime API Reference. - 2024. Дата обращения 10.04.2025. https://platform.openai.com/docs/api-reference/realtime

4. MDN Web Docs. Web Audio API. - Mozilla Foundation, 2024. https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Web_Audio_API. Дата обращения 10.04.2025.

5. Radford A. et al. Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision // Proceedings of the 40th International Conference on Machine Learning (ICML). - 2023. - P. 28492–28518.

6. Закон Республики Казахстан «Об образовании» от 27 июля 2007 г. №319-III (с изменениями и дополнениями). Дата обращения 10.04.2025. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30118747.

7. Esil University. Официальный сайт. https://esil.edu.kz. Дата обращения 10.04.2025.

Мухамеджанова А. А., доктор PhD, декан,
Кульмамиров С. А., и. о. доцента,
к.т.н., академик МАИН,
Есильский университет, Астана

ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

Аннотация: Указаны пути совершенствования высшего образования на основе создания университетской «Цифровой аллеи» в составе кафедральных учебных и исследовательских лабораторий с электронным учебно-кружковым комплексом с применением достижений цифровой технологии National Instruments (NI). Это позволит совершенствовать материально-техническую базу Есильского университета требованиям аккредитации образовательных программ (ОП) инженерно-технических специальностей и модернизировать лабораторий с цифровым оборудованием. Решающее значение имеет вопросы выбора программной среды и технических средств для информатизации ОП.

Ключевые слова: виртуальный измерительный прибор, учебно-исследовательский комплекс, графические моделирующие средства, АЦП, ЦАП, NI, LabVIEW, обработка данных.

Аңдатпа: Мақалада National Instruments (NI) цифрлық технологияларының жетістіктерін пайдалана отырып, электронды оқу және техникалық клубтар кешені бар ғылыми-зерттеу зертханаларынан тұратын университеттің «Сандық аллеясын» ары қарай дамыту арқылы жоғары білім жетістіктерін жетілдіру жолдары қараластырылған. Бұл Есіл университетінің

материалдық-техникалық инфрақұрылымын инженерлік және техникалық мамандықтар бойынша білім беру бағдарламаларының аккредиттеу талаптарына сәйкестендіру үшін жақсартады және зертханаларды цифрлық жабдықтармен жаңғыртады. Білім беру бағдарламасын ақпараттандыру үшін бағдарламалық орта мен аппараттық құралдарды таңдау өте маңызды.

Кілт сөздер: виртуалды өлшеу құралы, оқу және ғылыми-зерттеу кешені, графикалық модельдеу құралдары, ADC, DAC, NI, LabVIEW, деректерді өңдеу.

Abstract: The article identifies ways to improve higher education through the creation of a university "Digital Alley" comprising departmental educational and research laboratories with an electronic study and club complex using National Instruments (NI) digital technology advances. This will improve the material and technical infrastructure of Yesil University to meet the accreditation requirements of educational programs in engineering and technical specialties and modernize laboratories with digital equipment. The selection of a software environment and hardware for informatization of the educational program is crucial.

Keywords: virtual measuring instrument, educational and research complex, graphical modeling tools, ADC, DAC, NI, LabVIEW, data processing.

У нас в Казахстане возникли значительные проблемы с формированием инженерно-технической грамотности обучающихся в виде его способности использовать полученные знания в конкретных жизненных ситуациях, выбора конкретной задачи путем использования личного навыка и опыта, проведения собственных исследований, наблюдений и экспериментов.

В значительной степени эти способности формируются на основе развития физических представлений об окружающем мире [2]. В ОП инженерных специальностей сокращение учебной нагрузки по общим техническим дисциплинам, отсутствие учебных стендов или исследовательских комплексов, где изучались физические явления и процессы экономики и финансовых явлений, а также современных приборов для измерения и регистрации различных процессов и физических параметров экономических объектов доводят эти проблемы фатальными. Альтернатива создавшемуся положению связана с распространением цифровых технологий обучения, основанных на применении ИКТ с дальнейшим изучением инженерных дисциплин, и более эффективным использованием вычислительных средств и программных обеспечений [1].

Теперь решающее значение приобретает вопросы выбора программной среды и технических средств для реализации новых технологий обучения. Здесь одним из наиболее перспективных решений является использование цифровых платформ известной компании National Instruments [5].

С этого учебного года в Естильском университете осуществляется попытка внедрения концепции использования достижений системы LabVIEW как графической среды преподавания инженерных дисциплин и минимизации

затрат на совершенствование научно-исследовательской (материально-технической) базы университета. При этом оказалось, что путем сравнительно небольших затрат на приобретение аналого-цифровых преобразователей (АЦП), обучение преподавателей и менеджеров (инженеров) можно на базе обычных компьютеров, самостоятельно создавать многоканальные информационные измерительные системы в виртуальном мире для оптимального поддержания учебного процесса университетских ОП.

В частности, на кафедре ИСиТ формируется учебные и исследовательские лабораторий с программно-управляемыми, гибкими и легко адаптируемыми к новым задачам информатизации высшего образования цифровыми устройствами, которые при поочередном подключении могут работать практически с любым количеством исследовательских устройств [1].

Такое решение обеспечивает многократное снижение затрат на приобретение лабораторного оборудования и сокращение сроков переоснащения исследовательских лабораторий, модернизировать десятки лабораторий и компьютерных классов, значительно повысить качество проведения образовательных услуг.

Основной принцип нововведений состоит в модификации состава компьютера до уровня современных измерительных приборов с возможностями регистрации и документирования результатов наблюдений в виде графиков и диаграмм. В результате такой модернизации преподаватели и бакалавры получат возможность работы с мощным лабораторным комплексом, выполняющим функции сбора и цифрового представления всевозможных измеряемых величин с помощью компьютерных аналогов многоканальных наблюдаемых и измерительных осциллографов.

Среда графического программирования NI LabVIEW наглядна и доступна для многих категорий пользователей. Она позволяет преподавателям самостоятельно создавать необходимые приложения и реализовать новые приоритеты инженерного образования:

- нацеленные не только на освоение как можно большего объема знаний, но и на умение решать поставленные задачи научными методами;

- работу с различными источниками информации, в том числе, задаваемой в графическом виде;

- критическую оценку выдвигаемых гипотез, а также умение самостоятельно учиться в процессе решения задач и выполнения исследовательских заданий [4].

Сейчас уже на факультете Прикладных наук Есильского университета сформированы и действуют учебно-исследовательские комплексы (УИК) в виде «Цифровой аллеи» вместе с учебными макетами, оборудованием и программно-техническими комплексами NI для охвата почти всех профильных дисциплин ОП инженерных специальностей (автоматизация и управление, ин-

формационные коммуникационные системы, вычислительная техника, программная инженерия, электроника и телекоммуникаций, робототехника и контроллеры на Ардуино и др.).

Внедрение таких комплексов в учебный процесс ОП через информатизацию высшего образования позволит 4-5 раза сократить стоимость аналогичного существующего традиционного аналогового учебного оборудования (по сбору и представлению изучаемой информации в науке и образовании).

Наиболее эффективным способом внедрения технологии NI получится ее использование в преподавании профильных дисциплин инженерных специальностей. Достаточный объем лекционных, лабораторных и практических занятий не создает здесь проблем с перераспределением нагрузки и необходимостью выделения специальных занятий. Широкий диапазон способов визуализации различных физических явлений, анализа потоков данных, операций их сбора и обработки с использованием шкал общеупотребительных контрольно-измерительных приборов и виртуальной компьютерной графики, доступность среды на интуитивном уровне делает эту среду незаменимым помощником и преподавателей и обучающихся. Учебный процесс легко трансформируется в исследовательский комплекс, что также актуально для большинства наших кафедр.

Бакалаврам в учебном центре «NI LabVIEW» можно предложить самостоятельно разрабатывать блок-схему информационно-измерительной системы или исследовательской задачи для автоматизированного выполнения исследовательского эксперимента, проанализировать ход выполнения задачи в режиме анимации, провести эксперимент и выбрать математическую модель полученной зависимости по минимуму среднеквадратичного отклонения с учетом спектра ошибок для всего диапазона измерений. В учебных лабораториях программные среды Ардуино, Multisim и LabVIEW органично встроены в преподавание технических дисциплин, электроники, метрологии, информационных технологий, микропроцессорных систем, а также управления различными образовательными процессами.

Создание центров в виде «Цифровой аллеи» и модернизация учебных лабораторий при аккредитации ОП по профильным дисциплинам инженерных специальностей нашего университета позволят:

- на основе имеющихся вычислительных средств создать современные информационно-измерительные комплексы мирового уровня для автоматизации всех учебных лабораторий университета;

- внедрить эти цифровые комплексы в составе существующего лабораторного оборудования и программ профильных дисциплин;

- силами обучающихся апробировать проекты эффективной модернизации имеющегося учебного оборудования;

- начать разработку научно обоснованных рекомендаций преподавателей по созданию и внедрению в образовательный процесс доступных программно-управляемых систем автоматизации научного и учебного эксперимента;

- разработать востребованные методические материалы по использованию новых цифровых технологий для повышения эффективности учебного процесса проводимых ОП;

- оказать содействие в осуществлении международной сертификации преподавателей, докторантов, магистрантов и бакалавров по использованию цифровых технологий NI в образовании, научных исследованиях, экономике и индустрии;

- повысить качество и конкурентоспособность отечественного образования, предприятий и организаций, выпускающих новую технику и распространяющих новую цифровую технологию.

Выбранный путь модернизации разрабатываемого, а также существующего учебного оборудования может стать наиболее перспективным и передовым для других университетов нашей страны. Преимуществом предлагаемых новых решений состоит еще и в том, что, приобретая исследовательские установки NI с универсальной информационно-измерительной системой и виртуальными приборами, можно организовать доступную среду инженерного программирования, позволяющую вовлечь в активную созидательную работу наших преподавателей и технических специалистов. При этом фактическая ценность приобретенного и модернизированного оборудования многократно возрастает и даже в настоящее время в Есильском университете оно по существу не имеет аналогов и конкурентов среди частных ВУЗов.

Сейчас университет имеет базовые лабораторий с измерительными системами на базе 4-7 ядерных современных процессоров с 16-ти канальными АЦП для демонстрации преимуществ использования цифровых технологий сбора и обработки экспериментальных данных. На их основе создаваемые УИК позволяют уже в новом учебном году проводить более сотни различных лабораторных и исследовательских работ в режимах программно-управляемого эксперимента. В течение двух последующих лет можно приобрести более десятки различных типов цифровых устройств, с помощью которых можно проводить работы по модернизации всех учебных и исследовательских лабораторий университета.

Общеизвестно, что программные и технические средства National Instruments являются одним из наиболее перспективных для быстрого создания и накопления ресурсов, необходимых для информатизации инженерного образования. Главными их преимуществами является стирание грани между рядовым преподавателем и высококвалифицированным программистом, наличие доступа к мировым ресурсам современных методов сбора и обработки данных, управления технологическими и образовательными процессами, что делает обычного преподавателя активным участником процесса информатизации и позволяет ему самостоятельно и эффективно реализовывать собственные научно-технические и методические наработки.

Вышеописанные пути ускорения информатизации высшего образования позволит реализовать Концепцию ускоренного наращивания информационных ресурсов по автоматизации учебного эксперимента и осуществлять модернизацию существующей лабораторной базы университета силами профессорско-преподавательского состава и учебно-вспомогательного персонала кафедр наших факультетов.

Список использованных источников:

1. Кульмамиров С. А. Современный учебно-лабораторный комплекс по радиотехнике, электронике и телекоммуникации. Учебно-методическое пособие. - Астана: ЕНУ им. Л. Н. Гумилева. – 2013. – 24 с.

2. Ковалева Г. С., Красновский Э. А., Краснокутская Л. П. Новый взгляд на грамотность. Результаты международного исследования PISI-2000. – М.: Логос, 2024. – 246 с.

3. Информатизация инженерного образования. Электронные образовательные ресурсы МЭИ. Под ред. С. И. Маслова. - М.: МЭИ, 2015. – с.160.

4. Горбачев Н. Б. Модернизация лабораторной базы вузов на основе технических и программных средств компании National Instruments. Материалы международной научно-практической конференции «Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW». – М.: РУДН, 2004. - с. 29 – 32.

5. Gorbachev N. B., Galagan P. V., Labeikina G. A., Rising Humanitarian Awareness of Students by Modern Infotechnologies in Academic Process. XVI International Technology Institute / New Computer in Education: Troisk, June, 28-29, 2025. 95-96 p.

Мухамеджанова А. А., доктор PhD, декан,
Кульмамиров С. А., и. о. доцента,
к.т.н., академик МАИН,
Есильский университет, Астана

ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

Аннотация: Указаны пути совершенствования высшего образования на основе создания университетской «Цифровой аллеи» в составе кафедральных учебных и исследовательских лабораторий с электронным учебно-кружковым комплексом с применением достижений цифровой технологии National Instruments (NI). Это позволит совершенствовать материально-техническую базу Есильского университета требованиям аккредитации образовательных про-

грамм (ОП) инженерно-технических специальностей и модернизировать лабораторий с цифровым оборудованием. Решающее значение имеет вопросы выбора программной среды и технических средств для информатизации ОП.

Ключевые слова: виртуальный измерительный прибор, учебно-исследовательский комплекс, графические моделирующие средства, АЦП, ЦАП, NI, LabVIEW, обработка данных.

Аңдатпа: Мақалада National Instruments (NI) цифрлық технологияларының жетістіктерін пайдалана отырып, электронды оқу және техникалық клубтар кешені бар ғылыми-зерттеу зертханаларынан тұратын университеттің «Сандық аллеясын» ары қарай дамыту арқылы жоғары білім жетістіктерін жетілдіру жолдары қараластырылған. Бұл Есіл университетінің материалдық-техникалық инфрақұрылымын инженерлік және техникалық мамандықтар бойынша білім беру бағдарламаларының аккредиттеу талаптарына сәйкестендіру үшін жақсартады және зертханаларды цифрлық жабдықтармен жаңғыртады. Білім беру бағдарламасын ақпараттандыру үшін бағдарламалық орта мен аппараттық құралдарды таңдау өте маңызды.

Кілт сөздер: виртуалды өлшеу құралы, оқу және ғылыми-зерттеу кешені, графикалық модельдеу құралдары, ADC, DAC, NI, LabVIEW, деректерді өңдеу.

Abstract: The article identifies ways to improve higher education through the creation of a university "Digital Alley" comprising departmental educational and research laboratories with an electronic study and club complex using National Instruments (NI) digital technology advances. This will improve the material and technical infrastructure of Yesil University to meet the accreditation requirements of educational programs in engineering and technical specialties and modernize laboratories with digital equipment. The selection of a software environment and hardware for informatization of the educational program is crucial.

Keywords: virtual measuring instrument, educational and research complex, graphical modeling tools, ADC, DAC, NI, LabVIEW, data processing.

У нас в Казахстане возникли значительные проблемы с формированием инженерно-технической грамотности обучающихся в виде его способности использовать полученные знания в конкретных жизненных ситуациях, выбора конкретной задачи путем использования личного навыка и опыта, проведения собственных исследований, наблюдений и экспериментов.

В значительной степени эти способности формируются на основе развития физических представлений об окружающем мире [2]. В ОП инженерных специальностей сокращение учебной нагрузки по общим техническим дисциплинам, отсутствие учебных стендов или исследовательских комплексов, где изучались физические явления и процессы экономики и финансовых явлений, а также современных приборов для измерения и регистрации различных процессов и физических параметров экономических объектов доводят эти про-

блемы фатальными. Альтернатива создавшемуся положению связана с распространением цифровых технологий обучения, основанных на применении ИКТ с дальнейшим изучением инженерных дисциплин, и более эффективным использованием вычислительных средств и программных обеспечений [1].

Теперь решающее значение приобретает вопросы выбора программной среды и технических средств для реализации новых технологий обучения. Здесь одним из наиболее перспективных решений является использование цифровых платформ известной компании National Instruments [5].

С этого учебного года в Естильском университете осуществляется попытка внедрения концепции использования достижений системы LabVIEW как графической среды преподавания инженерных дисциплин и минимизации затрат на совершенствование научно-исследовательской (материально-технической) базы университета. При этом оказалось, что путем сравнительно небольших затрат на приобретение аналого-цифровых преобразователей (АЦП), обучение преподавателей и менеджеров (инженеров) можно на базе обычных компьютеров, самостоятельно создавать многоканальные информационные измерительные системы в виртуальном мире для оптимального поддержания учебного процесса университетских ОП.

В частности, на кафедре ИСиТ формируется учебные и исследовательские лабораторий с программно-управляемыми, гибкими и легко адаптируемыми к новым задачам информатизации высшего образования цифровыми устройствами, которые при поочередном подключении могут работать практически с любым количеством исследовательских устройств [1].

Такое решение обеспечивает многократное снижение затрат на приобретение лабораторного оборудования и сокращение сроков переоснащения исследовательских лабораторий, модернизировать десятки лабораторий и компьютерных классов, значительно повысить качество проведения образовательных услуг.

Основной принцип нововведений состоит в модификации состава компьютера до уровня современных измерительных приборов с возможностями регистрации и документирования результатов наблюдений в виде графиков и диаграмм. В результате такой модернизации преподаватели и бакалавры получат возможность работы с мощным лабораторным комплексом, выполняющим функции сбора и цифрового представления всевозможных измеряемых величин с помощью компьютерных аналогов многоканальных наблюдаемых и измерительных осциллографов.

Среда графического программирования NI LabVIEW наглядна и доступна для многих категорий пользователей. Она позволяет преподавателям самостоятельно создавать необходимые приложения и реализовать новые приоритеты инженерного образования:

- нацеленные не только на освоение как можно большего объема знаний, но и на умение решать поставленные задачи научными методами;

- работу с различными источниками информации, в том числе, задаваемой в графическом виде;

- критическую оценку выдвигаемых гипотез, а также умение самостоятельно учиться в процессе решения задач и выполнения исследовательских заданий [4].

Сейчас уже на факультете Прикладных наук Есильского университета сформированы и действуют учебно-исследовательские комплексы (УИК) в виде «Цифровой аллеи» вместе с учебными макетами, оборудованием и программно-техническими комплексами NI для охвата почти всех профильных дисциплин ОП инженерных специальностей (автоматизация и управление, информационные коммуникационные системы, вычислительная техника, программная инженерия, электроника и телекоммуникаций, робототехника и контроллеры на Ардуино и др.).

Внедрение таких комплексов в учебный процесс ОП через информатизацию высшего образования позволит 4-5 раза сократить стоимость аналогичного существующего традиционного аналогового учебного оборудования (по сбору и представлению изучаемой информации в науке и образовании).

Наиболее эффективным способом внедрения технологии NI получится ее использование в преподавании профильных дисциплин инженерных специальностей. Достаточный объем лекционных, лабораторных и практических занятий не создает здесь проблем с перераспределением нагрузки и необходимостью выделения специальных занятий. Широкий диапазон способов визуализации различных физических явлений, анализа потоков данных, операций их сбора и обработки с использованием шкал общеупотребительных контрольно-измерительных приборов и виртуальной компьютерной графики, доступность среды на интуитивном уровне делает эту среду незаменимым помощником и преподавателей и обучающихся. Учебный процесс легко трансформируется в исследовательский комплекс, что также актуально для большинства наших кафедр.

Бакалаврам в учебном центре «NI LabVIEW» можно предложить самостоятельно разрабатывать блок-схему информационно-измерительной системы или исследовательской задачи для автоматизированного выполнения исследовательского эксперимента, проанализировать ход выполнения задачи в режиме анимации, провести эксперимент и выбрать математическую модель полученной зависимости по минимуму среднеквадратичного отклонения с учетом спектра ошибок для всего диапазона измерений. В учебных лабораториях программные среды Ардуино, Multisim и LabVIEW органично встроены в преподавание технических дисциплин, электроники, метрологии, информационных технологий, микропроцессорных систем, а также управления различными образовательными процессами.

Создание центров в виде «Цифровой аллеи» и модернизация учебных лабораторий при аккредитации ОП по профильным дисциплинам инженерных специальностей нашего университета позволят:

- на основе имеющихся вычислительных средств создать современные информационно-измерительные комплексы мирового уровня для автоматизации всех учебных лабораторий университета;

- внедрить эти цифровые комплексы в составе существующего лабораторного оборудования и программ профильных дисциплин;

- силами обучающихся апробировать проекты эффективной модернизации имеющегося учебного оборудования;

- начать разработку научно обоснованных рекомендаций преподавателей по созданию и внедрению в образовательный процесс доступных программно-управляемых систем автоматизации научного и учебного эксперимента;

- разработать востребованные методические материалы по использованию новых цифровых технологий для повышения эффективности учебного процесса проводимых ОП;

- оказать содействие в осуществлении международной сертификации преподавателей, докторантов, магистрантов и бакалавров по использованию цифровых технологий NI в образовании, научных исследованиях, экономике и индустрии;

- повысить качество и конкурентоспособность отечественного образования, предприятий и организаций, выпускающих новую технику и распространяющих новую цифровую технологию.

Выбранный путь модернизации разрабатываемого, а также существующего учебного оборудования может стать наиболее перспективным и передовым для других университетов нашей страны. Преимуществом предлагаемых новых решений состоит еще и в том, что, приобретая исследовательские установки NI с универсальной информационно-измерительной системой и виртуальными приборами, можно организовать доступную среду инженерного программирования, позволяющую вовлечь в активную созидательную работу наших преподавателей и технических специалистов. При этом фактическая ценность приобретенного и модернизированного оборудования многократно возрастает и даже в настоящее время в Есильском университете оно по существу не имеет аналогов и конкурентов среди частных ВУЗов.

Сейчас университет имеет базовые лабораторий с измерительными системами на базе 4-7 ядерных современных процессоров с 16-ти канальными АЦП для демонстрации преимуществ использования цифровых технологий сбора и обработки экспериментальных данных. На их основе создаваемые УИК позволяют уже в новом учебном году проводить более сотни различных лабораторных и исследовательских работ в режимах программно-управляемого эксперимента. В течение двух последующих лет можно приобрести более десятки различных типов цифровых устройств, с помощью которых можно проводить работы по модернизации всех учебных и исследовательских лабораторий университета.

Общеизвестно, что программные и технические средства National Instruments являются одним из наиболее перспективных для быстрого создания и накопления ресурсов, необходимых для информатизации инженерного образования. Главными их преимуществами является стирание грани между рядовым преподавателем и высококвалифицированным программистом, наличие доступа к мировым ресурсам современных методов сбора и обработки данных, управления технологическими и образовательными процессами, что делает обычного преподавателя активным участником процесса информатизации и позволяет ему самостоятельно и эффективно реализовывать собственные научно-технические и методические наработки.

Вышеописанные пути ускорения информатизации высшего образования позволит реализовать Концепцию ускоренного наращивания информационных ресурсов по автоматизации учебного эксперимента и осуществлять модернизацию существующей лабораторной базы университета силами профессорско-преподавательского состава и учебно-вспомогательного персонала кафедр наших факультетов.

Список использованных источников:

1. Кульмамиров С. А. Современный учебно-лабораторный комплекс по радиотехнике, электронике и телекоммуникации. Учебно-методическое пособие. - Астана: ЕНУ им. Л. Н. Гумилева. – 2013. – 24 с.

2. Ковалева Г. С., Красновский Э. А., Краснокутская Л. П. Новый взгляд на грамотность. Результаты международного исследования PISI-2000. – М.: Логос, 2024. – 246 с.

3. Информатизация инженерного образования. Электронные образовательные ресурсы МЭИ. Под ред. С. И. Маслова. - М.: МЭИ, 2015. – с.160.

4. Горбачев Н. Б. Модернизация лабораторной базы вузов на основе технических и программных средств компании National Instruments. Материалы международной научно-практической конференции «Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW». – М.: РУДН, 2004. - с. 29 – 32.

5. Gorbachev N. B., Galagan P. V., Labeikina G. A., Rising Humanitarian Awareness of Students by Modern Infotechnologies in Academic Process. XVI International Technology Institute / New Computer in Education: Troisk, June, 28-29, 2025. 95-96 p.

Серимбетов Б. А., асс. профессор, к.т.н., декан,
Жармаганбетова Г. М., сеньор-лектор кафедры КИиА,
КазУТБ им. К. Кулажанова, Астана.
Кульмамиров С. А., и.о.доцента, к.т.н., академик МАИН,
Есильский университет, Астана.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСПЕРСНЫХ ПРОДУКТОВ ВИРТУАЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ

Аннотация: В статье представлены результаты исследования системы контроля и регулирования параметров при производстве диспергированных продуктов. Модель системы реализована в среде LabVIEW, IMAQ Vision Builder и NI DAQ - плат ввода-вывода данных, контроллера FieldPoint. Система включает в себя разнообразие изолированных модулей аналогового и цифрового ввода-вывода, терминальные блоки и коммуникационные модули для простого соединения по средствам стандартных сетевых технологий.

Ключевые слова: исследование, система контроля, диспергированный продукт, LabVIEW, IMAQ Vision Builder, NI DAQ, FieldPoint.

Аңдатпа: Бұл мақалада дисперсті өнімдерді өндіруге арналған басқару және реттеу жүйесін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Жүйе моделі LabVIEW, IMAQ Vision Builder, NI DAQ деректер енгізу/шығару тақталары және FieldPoint контроллері арқылы жүзеге асырылған. Жүйе стандартты желілік технологиялар арқылы оңай қосылу үшін әртүрлі оқшауланған аналогтық және сандық енгізу/шығару модульдерін, терминалдық блоктарды және байланыс модульдерін қамтиды.

Кілт сөздер: зерттеу, басқару жүйесі, дисперсті өнім, LabVIEW, IMAQ Vision Builder, NI DAQ, FieldPoint.

Abstract: This article presents the results of a study of a control and regulation system for the production of dispersed products. The system model is implemented using LabVIEW, IMAQ Vision Builder, NI DAQ data input/output boards, and a FieldPoint controller. The system includes a variety of isolated analog and digital input/output modules, terminal blocks, and communication modules for easy connection via standard network technologies.

Keywords: study, control system, dispersed product, LabVIEW, IMAQ Vision Builder, NI DAQ, FieldPoint.

Быстрый прогресс компьютерных наук и наращивание мощностей вычислительной техники, произошедший в последнее десятилетие, позволяют с успехом применять их в областях АСУ ТП пищевой промышленности. В процессе производства дисперсных продуктов требуется поддержка на заданном уровне или изменение по определенному закону следующих параметров: температуры продукта; перепадов давлений в рабочих камерах аппаратов; массовых расходов ингредиентов в устройствах приготовления смесей; масс или объемов ингредиентов при дозировании.

Постановка задачи при построении АСУТП состоит в следующем:

- выбор оптимального по эффективности и надежности параметров, удовлетворяющих стандартам измерительного и регистрирующего оборудования;

- защита контрольно-измерительных и информационных каналов от внешних воздействий, а также усиление передаваемых сигналов;

- поддержка каналов обмена технологической информацией между объектами и централизованной системой управления и контроля;

- возможность обмена данными по информационным каналам;

- учет машинного интерфейса в системе визуализации и мониторинга;

- эффективное реконфигурирование, настройка, а также поиск и устранение неисправностей АСУ ТП.

При разработке АСУТП на основе виртуальных приборов в производстве дисперсных продуктов предлагается использовать принцип построения следящей системы [1], схема которой приведена на рисунке 1. С помощью датчиков измеряются текущие значения параметров технологического процесса.



Рисунок 1 - Функциональная схема следящей системы регулирования параметров АСУ ТП

Исследуемые сигналы поступают в контроллер, для анализа (сравнения текущих значений с заданными) и выработки управляющих воздействий, заданных программой. Программа АСУТП, исходный код которой устанавливается в контроллер, разработана на LabVIEW [3]. Определение заданных параметров давления, температуры, массовых расходов при которых достигаются требуемые степень дисперсности и процентное содержание частиц дисперсных фаз осуществляется программой.

Лицевая панель, созданного ПО АСУТП для производства дисперсных продуктов по первому варианту представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 - Лицевая панель программы контроля и регулирования параметров при производстве дисперсных продуктов

Другим вариантом данной АСУТП, является система, сущность которой, состоит:

- в отборе проб диспергированного продукта;
- визуализации их с помощью микроскопа;
- регистрации изображения образцов с насадками к микроскопу и цифровой видео или фотокамеры;
- обработки полученного изображения в программе, составленной на IMAQ Vision Builder приложения LabVIEW;
- передачи данных в программу LabVIEW;
- в анализе данных и выработки регулирующих воздействий.

Настройки цифровой аппаратуры регулирует яркость, контрастность, уровень усиления сигнала при регистрации изображения.

Разработанная в IMAQ Vision Builder программа определяет количество частиц дисперсной фазы в продукте, их размеры, площади, объем, а также характер распределения в пространстве. Размеры графических объектов, определяемые с помощью данной программы, представлены в пикселях. Для перевода их в микрометры регистрируется при тех же настройках микроскопа и регистрирующей аппаратуры микрометрическая шкала, что позволяет определить количество пикселов в одном микрометре.

Регистрированные данные передаются в массивы LabVIEW, где они сравниваются с заданными размерами частиц дисперсных фаз и их количеством. Если измеренные величины не соответствуют заданным величинам, то вырабатывается сигнал, который через систему ввода - вывода данных воздействует на рабочие органы технологического оборудования.

Лицевая панель программы по исследованию частиц дисперсных фаз продуктов, созданной использованием IMAQ Vision Builder, представлена на рисунке 3.

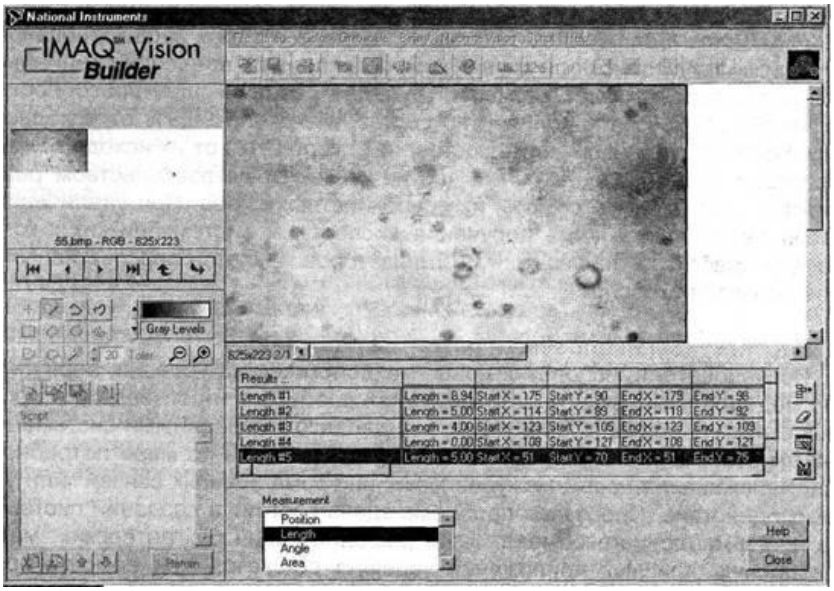


Рисунок 3 - Лицевая панель программы IMAQ Vision Builder исследования частиц дисперсных фаз продуктов

Для диспергирования эмульсий и суспензий применяется множество различных аппаратов, различающихся между собой как по принципу действия, так и по конструктивным параметрам. В зависимости от выбора устройства в них реализуются различные механизмы дробления частиц. Механизмы дробления частиц дисперсных фаз связывают со следующими физическими явлениями [3-6]:

- вытягиванием частиц дисперсной фазы и их разрушением в результате действия градиента скорости (клапанной гомогенизатор);
- разрывом жидких частиц дисперсной фазы за счет относительной скорости подвижных и неподвижных частей (устройства, содержащие систему ротор-статор);
- дроблением в результате сдвиговых деформаций;
- дроблением частиц, обусловленным воздействием возмущений среды (ультразвуковые и импульсные диспергаторы).

Основными видами возмущений среды считаются: кавитационные, мелкомасштабные, ударные, ультразвуковые и импульсные.

С использованием режимов АСУ ТП, проведен анализ дисперсности частиц жира в молоке, обрабатываемого в устройствах клапанного, ультразвукового и импульсного типа. Исследовано распределение жировых частиц по размерам относительно их общего числа в молоке, обработанном с использованием этих устройств.

Анализ полученных данных, позволяет сделать вывод, что в молоке, обработанном в клапанном и ультразвуковом диспергаторе, при определенных технологических режимах, в основном присутствуют частицы размерами 0,5 - 2,5 мкм. Невозможность дальнейшего более тонкого диспергирования жировых частиц с использованием этих устройств вызвано ограничениями технического характера АСУ ТП.

После диспергирования молока в импульсном диспергаторе при давлении 0,5 МПа относительно крупные частицы, имели практически одинаковые размеры равные 0,7 - 0,3 мкм. Более мелкие частицы, наличие которых зафиксировано изменением окраски продукта в поле зрения микроскопа после введения специальных растворов-индикаторов, имеют размеры, меньшие разрешающей способности микроскопа их общее массовое количество составляет около 99,9% от исходной массы частиц. Масса остаточных частиц составляет около 0,1% от их исходной массы. Малый разброс размеров остаточных частиц является доказательством реализации механизма дробления со срывом их поверхностных слоев.

При увеличении давления появляется возможность получения дисперсных систем близких к коллоидам. По этой причине разработка импульсных гомогенизаторов является перспективным направлением развития отрасли [6].

В последнее время исследователи АСУ ТП, используя новый технологический уровень, вернулись к созданию моделей комплексной автоматизации

процессов, производств и производственных структур, позволяющих управлять децентрализованными системами с ограниченным взаимодействием. Это позволит поддерживать по мере потребностей механизм налаживания новых межуровневых информационных связей или углублять их взаимодействие. Серьезная проблема здесь состоит в создании системы протоколов информационного обмена.

Если решение задач бухгалтерских, маркетинговых и прочих офисных приложений успешно решается при помощи протоколов стандартных локальных компьютерных сетей, то привнесение в распределенные управляющие системы задач АСУ ТП предъявляет новые требования к ее функционированию:

- возможность работы в режиме реального времени;
- максимальный приоритет при работе с объектом управления;
- надежность протоколов связи с объектами;
- самотестирование системы на предмет утери связи с техпроцессом.

Указанные обстоятельства вызывают необходимость исследования путей совершенствования взаимосвязанной системы протоколов информационного обмена, способных выполнять относительно независимые функции [2].

Для научного исследования система контроля и регулирования параметров при производстве диспергированных продуктов реализована в среде LabVIEW, IMAQ Vision Builder и NI DAQ - плат ввода-вывода данных.

Теоретическая разработка система мониторинга и регулирования при производстве диспергированных продуктов для производственных целей предполагает использование контроллеров типа FieldPoint. Это становится распределенной модульной системы ввода-вывода со способностями к программной интеграции.

Система FieldPoint включает разнообразие изолированных модулей аналогового и цифрового ввода-вывода, терминальные блоки и коммуникационные модули для простого соединения по средствам стандартных сетевых технологий.

Список использованных источников:

1. П. А. Бутырин, Т. А. Васьковская, В. В. Каратаев, С. В. Материкин. Автоматизация физических исследований и эксперимента: Компьютерные измерения и виртуальные приборы LabVIEW. - М.: ДМК Пресс, 2005. - 264 с.

2. Еременко В. Т. Функциональная стандартизация протоколов информационного обмена в распределенных системах. - Орел, 2005. - 32 с.

3. Орешина М. Н. Разработка импульсного гомогенизатора на основе исследований дробления жировых шариков молока. Орел, 2001. - 28 с.

4. М. Н. Орешина, Н. Н. Малахов. Исследование механизма дробления капель и совершенствование гомогенизаторов молока. / Сборник трудов «Хранение и переработка сельхозсырья». - 2000. - № 12. - С.28 - 30.

5. М. Н. Орешина, Д. М. Зарубо. Использование LabVIEW и IMAQ Vision Builder в АСУ ТП гомогенизации / Сб. трудов межд. научно-практ. конф. «Информационные технологии в науке, образовании и производстве». - Орел: ОрелГТУ, 2004. - С. 240 - 245.

6. М. Н. Орешина, Д. М. Зарубо. Контроль и регулирование АСУ ТП / Сб. трудов межд. НТК «Прогрессивные технологии в оборудовании для пищевой промышленности» - Воронеж: ВГТУ, 2004. - С. 125 - 127.

Нурмаганбетов М. Ш., и.о.профессора кафедры КИиА, к.с.х.н,
Жармаганбетова Г. М., сеньор-лектор кафедры КИиА,
Казахский университет технологии и бизнеса, Астана.
Кульмамиров С. А., и.о.доцента, к.т.н., академик МАИН,
Есильский университет, Астана.

ЦИФРОВЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА LABVIEW

Аннотация: В статье рассмотрен вопрос применения аппаратно-программного комплекса для автоматизации процесса измерения температуры воздушной среды.

Ключевые слова: программный комплекс, автоматизация, измерение, воздушная среда, цифровая технология, Ардуино, Интернет вещей.

Аңдатпа: Бұл мақалада қоршаған ауа температурасын өлшеу үрдісін автоматтандыру үшін аппараттық және бағдарламалық жүйені пайдалану қарастырылған.

Кілт сөздер: бағдарламалық жүйе, автоматтандыру, өлшеу, қоршаған ауа, сандық технология, Arduino, Заттар интернеті.

Abstract: This article examines the use of a hardware and software system to automate the process of measuring ambient air temperature.

Keywords: software system, automation, measurement, ambient air, digital technology, Arduino, Internet of Things.

В настоящее время в связи с освоением цифровой технологии «Интернет вещей» и программируемой платформы «Ардуино» широко обсуждаются следующие вопросы автоматизации регистрации температуры в воздушной среде. Перечислим такие решаемые вопросы [1]:

- разработка аппаратно-программного средства на языке программирования Ардуино и LabVIEW для автоматизации измерительных комплексов;
- разработка цифровой структурной схемы измерительного комплекса;

- разработка программных скретчов в средах Ардуино и LabVIEW для управления микропроцессорными устройствами и измерительным оборудованием;

- разработка цифровых устройств для обеспечения удаленного доступа к процессам измерений и экспериментальных исследований (дистанционные исследования);

- разработка документации и изготовление автоматизированного измерительного стенда;

- вопросы патентования программных результатов исследовательской работы (оформление заявок на интеллектуальную собственность).

Контроль и измерение температуры является одной из наиболее часто встречаемых задач в научных исследованиях. Согласно статистическим данным до 40% всех измерений (в энергетике даже 70%) относятся к измерению температуры и выделяемого тепла. В последние 5 лет за рубежом произошла революция в создании и разработке измерительных средств. Это в первую очередь связано с активным развитием компьютерной инженерии применительно к цифровым технологиям измерений.

Сейчас созданы специализированные измерительные интегрированные программные средства для сбора, хранения, обработки и графического отображения результатов измерительных процессов. Одним из наиболее удачных примеров развития такой технологии является программная среда LabVIEW компании National Instruments (NI) или Ардуино.

Современные измерительные комплексы должны предполагать проведение измерений и исследований в автоматическом режиме. Кроме того, комплекс должен быть оснащен аппаратно-программными средствами, которые позволяют [2]:

- проводить сбор и хранение данных;

- осуществлять расчет параметров с использованием определенных математических моделей;

- отображать графически полученные результаты.

Концепция построения измерительных комплексов должна учитывать возможность реконфигурации комплексов, компактность конструкции измерительных датчиков и высокие технические характеристики средств измерения. Использование технологий Ethernet и Internet в совокупности с программным обеспечением LabVIEW позволяет проводить такие дистанционные исследования.

Ниже представлен автоматизированный измерительный комплекс для проведения температурных измерений, в том числе поверки и калибровки, тестирования средств измерения температуры. Общий вид стендового измерительного комплекса представлена на рисунке 1.

Измерительный комплекс предназначен для исследований средств измерения температуры в диапазоне от -60 °С до +120°С. Все приборы и оборудования, используемые в измерительном комплексе, имеют интерфейс связи с

компьютером RS-232. Для объединения комплекса в локальную сеть используются многоканальные конверторы «RS-232 – Ethernet».

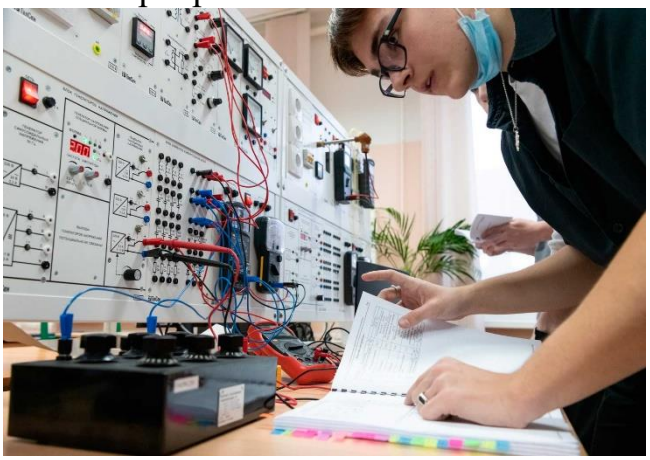


Рисунок 1 - Измерительный комплекс для исследований средств измерения температуры

Использование конверторов позволило управлять, следить и контролировать процессом исследования или измерения не только локальному пользователю, но и удаленному. Сервер, используемый в представленном комплексе, служит для учета пользователей, накопления информации, а также для возможности следить за мониторингом процесса исследования пользователю Internet.

Для управления процессом исследований создана микропроцессорная система. Взаимодействие с этой системой через ПК осуществляется при помощи приложения, реализованных в среде LabVIEW.

Внешний вид интерфейса приложений представлен на рисунке 2.

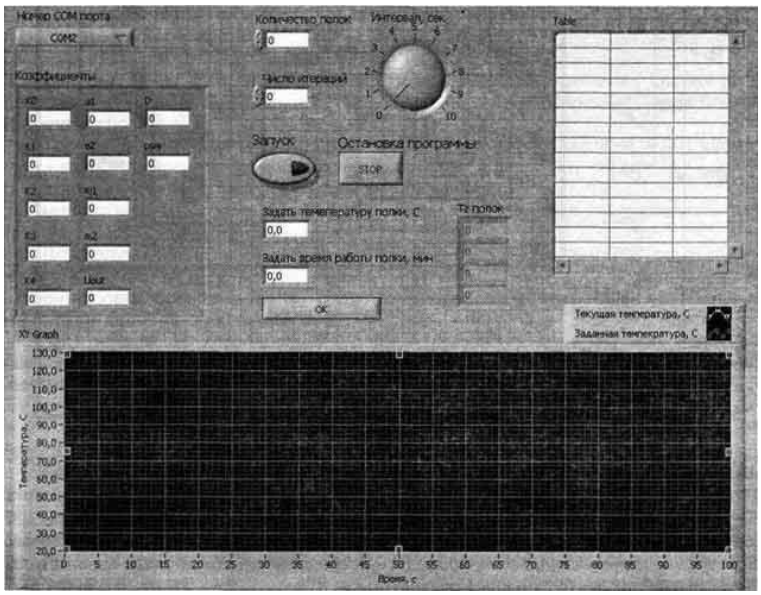


Рисунок 2 – Вид на интерфейс лицевой части комплекса

Приложение управления работой комплекса с микропроцессорной системой питания и управления осуществляет следующие действия [3]:

- выбрать COM-порт, к которому подключено реальное оборудование;
- индицировать и изменять коэффициенты в математической модели, определяющей закон управления за температурным изменением комплекса;
- устанавливать заданные параметры работы оборудования;
- для отображения всех параметров режимов работы оборудования в интерфейсе программы предусмотрен табличный интерфейс;
- для отображения в реальном режиме времени параметров измерительной системы предусмотрен графический интерфейс.

Функциональная схема функционирования измерительного комплекса в среде LabVIEW представлена на рисунке 3. Алгоритм программного обеспечения комплекса обрабатывает следующие функций системы [3]:

- задание температурных диапазонов;
- время стабилизации температуры на каждом диапазоне;
- наблюдение за работой комплекса в диапазоне измерения температуры.

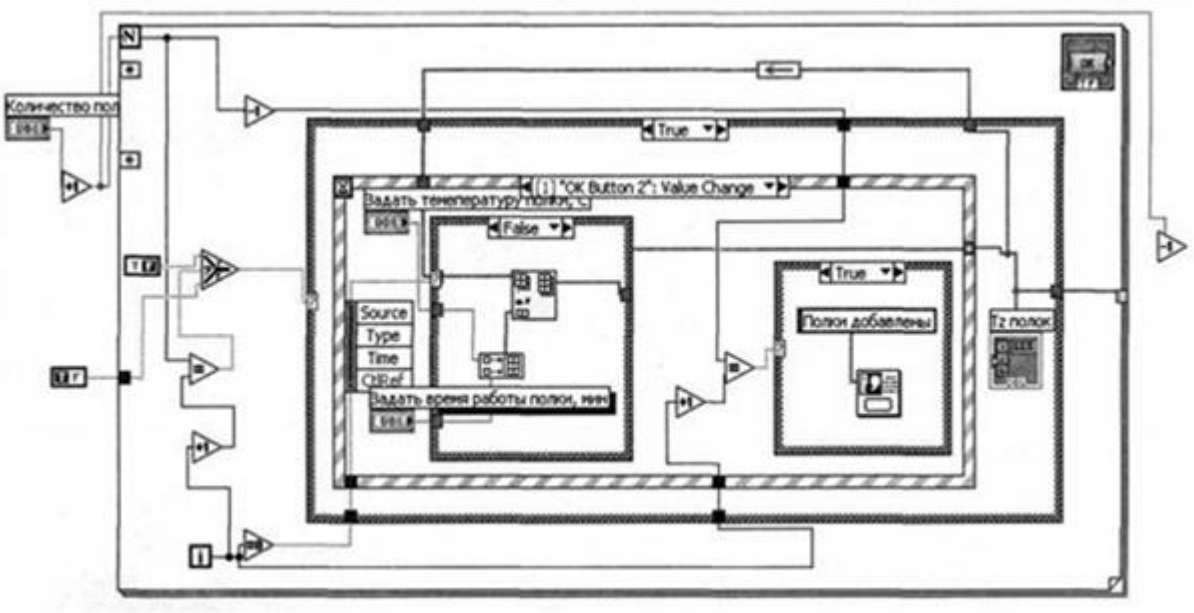


Рисунок 3 - Функциональная схема программы управления за работой комплекса

Таким образом, аппаратно-программный комплекс, включающий микропроцессорную систему измерений, и соответствующее программное обеспечение, позволяют в автоматическом режиме проводить исследования, сохранять в памяти и графически отображать полученные результаты.

В процессе наладки и проверки режимов функционирования исследовательской работы получены следующие результаты:

- разработан измерительный комплекс для исследований и испытаний электронных средств измерения температуры;
- разработано ПО в среде LabVIEW в сочетании с управлением микропроцессора комплекса;

- разработано ПО комплекса для калибровки и поверке электронных средств измерения температуры.

В состав стенда могут входить следующие прецизионные средства измерения температуры:

- цифровой многоканальный программируемый термометр ТЭН-4, предназначен для одновременного измерения и индикации температур по четырем каналам в диапазоне от -100 до +120°С, с погрешностью измерения 0,05°С;

- цифровой двухканальный термометр DTI-1000, предназначен для одновременного измерения и индикации температур по 2 каналам в диапазоне от -100°С до +120°С, с погрешностью измерения 0,01°С;

- прецизионный измерительный мост А-300, предназначенный для одновременного измерения и индикации температур в диапазоне от -100°С до +120°С, с погрешностью измерения 0,001°С.

Для стабилизации температуры в составе комплекса используются следующие типы калибраторов и термостатов:

- сухоблочные термоэлектрические калибраторы;

- нуль термостат;

- жидкостной термостат «LAUDA».

Использование в измерительном комплексе термоэлектрических систем регулирования и стабилизации температуры, оснащенных микропроцессорным блоком управления, позволяет:

- обеспечить минимальный градиент температуры в рабочей зоне 0,001 °С/см и автоматизировать процесс измерительных исследований;

- стабилизировать температуру с высокой точностью;

- минимизировать время выхода на рабочий режим (малая инерционность термоэлектрических термостатов).

Для получения высоких температур используется высокотемпературный калибратор с диапазоном регулирования температур от 30°С до +400°С. Для оперативной калибровки больших партий средств измерения температуры используется жидкостной калибратор «Lauda».

Данный измерительный комплекс используется для поверки и калибровки средств измерения температуры и термического оборудования, разрабатываемого и изготавливаемого в учреждении «Есильский университет». На данном комплексе можно проводить исследовательские работы вместе с участием обучающихся старшего курса университета с несколькими программируемыми цифровыми виртуальными приборами и инженерным оборудованием учебного и научно-исследовательского назначения.

Список использованных источников:

1. П. А. Бутырин. Автоматизация физических исследований и эксперимента: Компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW. - М.: ДМК Пресс, 2015. - 264 с.

2. Еременко В. Т. Функциональная стандартизация протоколов информационного обмена в распределенных системах. - Орел, 2018. - 32 с.
3. М. Н. Орешина. Использование LabVIEW и IMAQ Vision Builder в измерительной технике. - Орел: ОрелГТУ, 2019. - С. 240 - 245.

Тулегулов А., асс. профессор, к.ф.-м.н,
Жармаганбетова Г. М., сеньор-лектор кафедры КИиА,
КазУТБ им. К. Кулажанова, Астана.
Кульмамиров С. А., и.о.доцента, к.т.н., академик МАИН,
Есильский университет, Астана.

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ В МЕДИЦИНЕ

Аннотация: В статье описано применение системы температурной стабилизации в медицинской технике для проведения фототерапии и термотерапии онкологических и других опасных заболеваний. Результаты исследований планируется использовать в освоении медицинских лазеров. Конфигурация системы с установкой на рабочий режим за 20 секунд и выбросом менее 2% позволит использовать эту установку при прецизионных и хирургических операциях.

Ключевые слова: LabVIEW, PID, виртуальный прибор, регулятор температурная стабилизация, фототерапия, теромтерапия, лазер.

Аңдатпа: Бұл мақалада қатерлі ісік және басқа да қауіпті ауруларды емдеу үшін фототерапия және термотерапияға арналған медициналық жабдықтарда температураны тұрақтандыру жүйесін қолдану сипатталған. Зерттеу нәтижелері медициналық лазерлерді әзірлеуде пайдалану жоспарлануда. Жүйенің 20 секундтық орнату уақыты және 2%-дан аз артық жүктемесі оны дәлдік және хирургиялық үдерісте қолдануға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: LabVIEW, PID, виртуалды құрал, температураны тұрақтандыру контроллері, фототерапия, термотерапия, лазер.

Abstract: This article describes the use of a temperature stabilization system in medical equipment for phototherapy and thermotherapy for cancer and other dangerous diseases. The research results are planned to be used in the development of medical lasers. The system's configuration, with a 20-second set-up time and an overshoot of less than 2%, will allow it to be used in precision and surgical procedures.

Keywords: LabVIEW, PID, virtual instrument, temperature stabilization controller, phototherapy, thermotherapy, laser.

Виртуальная система контроля температуры, применяемая для аппаратуры термостабилизации в медицине, имеет ряд дестабилизирующих систему

параметров, и состоит из следующих основных узлов: наблюдаемый объект, датчики регистрации изменения температуры, система автоматического регулирования и принятия решений, узел активной компенсации температуры, теплообменная система. Обзор существующих систем термостабилизации показывает [2], что применение систем селективного типа, сравнивающих предустановленное значение с измеренным, не допускает высокой степени точности ввиду необходимости наличия гистерезиса в системе принятия решения. Что в свою очередь при нестабильном состоянии контролируемого объекта вызывает частотные биения или резонанс температуры [1]. Это недопустимо при использовании объектов чувствительных к незначительному изменению температуры, приводящему к смещению рабочих параметров на стабилизируемом объекте. С применением систем цифровой обработки сигналов (ЦОС) можно избежать всех выше указанных недостатков применяя алгоритмы с предсказанием [5]. Дополнительно можно отслеживать динамику объекта и прогнозировать потребность к приложенным ресурсам.

Во время анализа САР аналоговым методом [1] выявлены критичные моменты, которые, в свою очередь, могут не удовлетворять требуемым параметрам претензионного автоматического регулирования. На рисунке 1 приведена автоматическая схема управления и стабилизации температуры полупроводникового лазера [1].

Аналоговая схема стабилизации температуры (рисунок 1, блок1) представляет собой компараторную САР с корректирующей цепью подставки опорного напряжения. Система сравнивает измеренную температуру на полупроводниковом лазере (t) с предустановленной (t_o), и в случае превышения заданного порога на аналоговом компараторе [2] выдает управляющее напряжение (U) системе термокомпенсации лазерного диода.

Из-за присутствия температурного градиента на теплопроводе между активным элементом и так называемым модулем «пельтье» необходимо вводить поправку, на время и скорость распространения температуры от активного элемента к элементу «пельтье». Датчик температуры требуется устанавливать в непосредственной близости от контролируемого активного элемента, с максимальным углом градиента скорости температурного распределения [2].

Для слежения за предполагаемым увеличением нагрузки активного элемента используется корректирующая цепь. В систему заводится информация о требуемой излучаемой оптической мощности, которая зависит от тока (I), протекающего через активный элемент, и производится корректировка управляющего напряжения системой термокомпенсации [1].

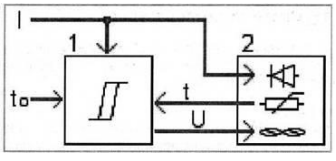


Рисунок 1 - Система стабилизации температуры:

1 - аналоговая схема стабилизации, 2 - стабилизируемый контур лазера

Система стабилизации при первом включении выводит объект контроля в режиме холостого хода (х.х.) в зону стабилизации температуры, после чего выдается сигнал о готовности системы. Блок управления полупроводниковым лазером устанавливает источник тока пропорциональный выходной оптической мощности в соответствии задаваемому уровню. Активный элемент (лазер) добавляет системе положительный градиент температуры, а система термокомпенсации получая данные с терморезистора с отрицательной характеристикой (NTC), начинает отрабатывать заданные параметры.

Структура сборки активного элемента и системы термокомпенсации приведена на рисунке 2.

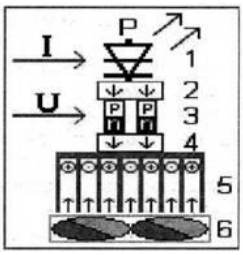


Рисунок 2 - Система термостабилизации активного элемента:
1 - активный элемент (лазер), 2 - хладопровод с датчиком температуры,
3 - термокомпенсации («пельтье»), 4 - теплопровод,
5 - радиатор, 6-вентилятор

В него входят элемент температурной стабилизации (объект) активный элемент (лазер, рисунок 2, блок 1), «хладопровод» отводящий температуру от активного элемента к системе термокомпенсации (блок 2), ТЕС «пельтье» (блок 3) устанавливает направление градиента температуры от одного полюса *p-n* перехода к противоположному, охлаждаемой части лазера, теплопровод (блок 4), служит для компенсации распределения градиента температуры от элемента «пельтье» на радиатор (блок 5) с циркуляцией окружающей среды, и вентилятор (блок 6) для циркуляции окружающей среды.

Приведенный график (рисунок 3) отражает зависимость температурной стабилизации системы при периодическом включении нагрузки и холостом режиме работы. Участок (5-12 с) температурной стабилизации в режиме х.х. активного элемента, протекающий ток через лазер равен нулю.

Временной участок (12-14 с) является температурным выбросом при включении активного элемента в режиме лазерного излучения на заданную мощность (от 10 до 1500 мВт).

Участок времени (14-15 с) соответствует температурной стабилизации активного элемента. Участок (15-30 с) относится к компараторной стабилизации объекта. Участок (30-33 с) – это перерегулирование при отключении активного элемента. Участок (33-45 с) является температурной стабилизацией в

режиме х.х. активного элемента. Здесь протекающий ток через лазер равен нулю, и он соответствует начальному участку (5-12 с).

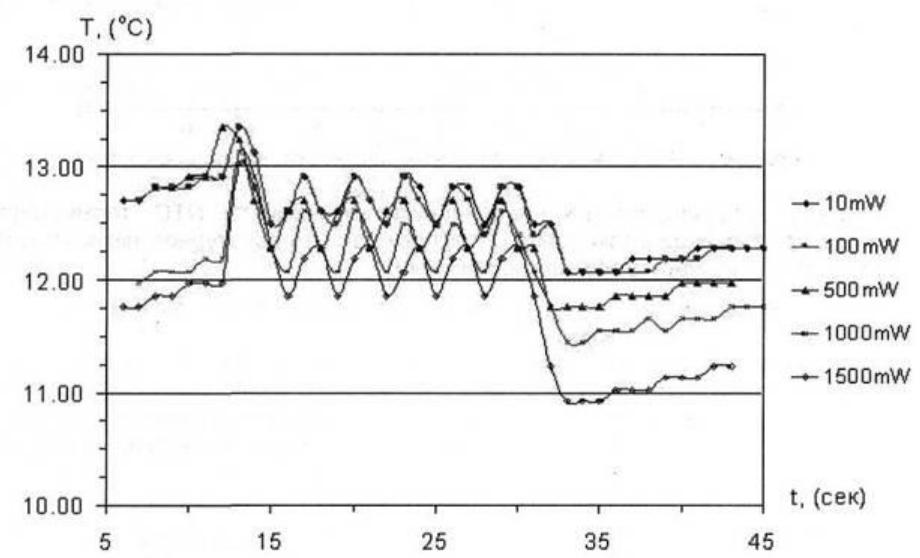


Рисунок 3 - Стабилизация температуры аналоговым методом, при различных уровнях излучения оптической мощности

С учетом известного уровня излучаемой мощности активного элемента и корректирующей части, не удается добиться стационарности в системе стабилизации температуры [2]. Этим обуславливаются участки с начальными и конечными температурными выбросами. Из-за высокой нелинейности (рисунок 4) устанавливаемой мощности оптического излучения активного элемента от предустановленного, протекающего тока через лазер происходит смещение временного графика по температурной Шкале на доли градуса.

Учитывая нелинейную зависимость NTC термистора с обратным коэффициентом (рисунок 5), происходит температурное низкочастотное возбуждение на участке термостабилизации.

Большие трудности возникают на стадии построения системы регулирования при использовании перестраиваемого контура активной температурной стабилизации. Эти трудности приводят к непрогнозируемому изменению рабочих характеристик лазерного элемента, смещению длины волны излучения и изменению уровня стабилизируемой мощности.

Вместе с тем вторичный эффект сказывается на блоке стабилизации параметров излучения оптической мощности [2].

Термоэлектронный прецизионный регулятор температуры компании Texas Instruments с перестраиваемой широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) использует временной таймер для управления модулем термокомпенсации. Электронные ключи управления нагрузкой используются всего в 2 состояниях открыто и закрыто, тем самым достигается максимальная производительность (КПД) модуля «пельтье».

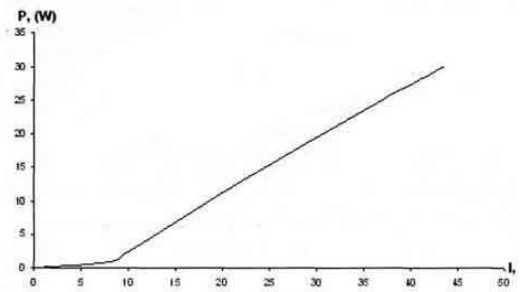


Рисунок 4 - Зависимость оптической мощности лазера от тока

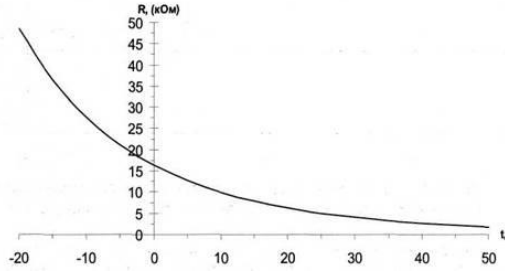


Рисунок 5 - Зависимость сопротивления термистора от температуры

Система контроля температуры с обратной связью легко вписывается в цифровую схемотехнику, тем самым позволяет использовать разработанную аппаратную часть без изменения для различных вариантов применений. Базовая схема устройство контроля температуры с обратной связью представлено на рисунке 6. Для адаптации системы температурной стабилизации к новым условиям и техническим требованиям используются коэффициенты пропорциональности, заложенные в программируемое устройство управления.



Рисунок 6 - Система контроля температуры с обратной связью

Для управления динамикой системы в замкнутом цикле используется PID регулятор вида: $u(t) = K_p e(t) + K_i \int_{\tau=0}^{t} e(\tau)d\tau + K_d \frac{d}{dt}[e(t)]$, где $u(t)$ - сигнал управления, $e(t)$ - ошибка сигнала управления, t - текущее время, T - время интегрирования системы, K_p - коэффициент пропорциональности, K_i - коэффициент интегрирования, K_d - коэффициент дифференцирования. Регулируемый компонент PID регулятора подчиняется зависимости: $K_p e(t) = K_p e(k)$.

При использовании контроллеров подразумевается дискретность вычислений. Для этого последнюю зависимость следует адаптировать для применения в цифровых устройствах. Такое приближение при малом периоде квантования может иметь следующий вид: P компонента представлена на регулируемом уровне, I компонента на уравнении приведенной ниже и D компонента на последующем уравнении. В уравнениях принято обозначение: h - период полного цикла, K - целочисленный итерационный шаг.

Выражения I и P компонентов будет иметь вид: $K_i \int_{\tau=0}^{t} e(\tau)d\tau \cong K_i \sum_{i=0}^{k} \frac{h}{2}[e(i)+e(i-1)]$ и $K_d \frac{d}{dt}[e(t)] \cong K_d \left[\frac{e(k)-e(k-1)}{h}\right]$ Итоговое математическое описание для цифровых устройств управления имеет следующий вид:

$$u(k) = K_p e(k) + K_i' \sum_{i=0}^{k} [e(i)+e(i-1)] + K_d' [e(k)-e(k-1)]$$

.

Датчиком служит NTC термистор, включенный по мостовой схеме в дифференциальный вход усилителя. Он преобразует фактическую измеренную температуру объекта в электрический сигнал, который в свою очередь преобразуется устройством АЦП в цифровой вид, удобный для оперирования данными в цифровых устройствах.

Для увеличения стабилизации температурной чувствительности системы, и для максимального использования всех разрядов АЦП предложено выделить контролируемый температурный участок. Это повысит функциональность системы срабатывания и снизит математическую ошибку вычисления.

Для этих целей используется прецизионный дифференциальный усилитель с задаваемым коэффициентом усиления. Общий вид макета, для диагностики цифровой системы термостабилизации представлен на рисунке 7.

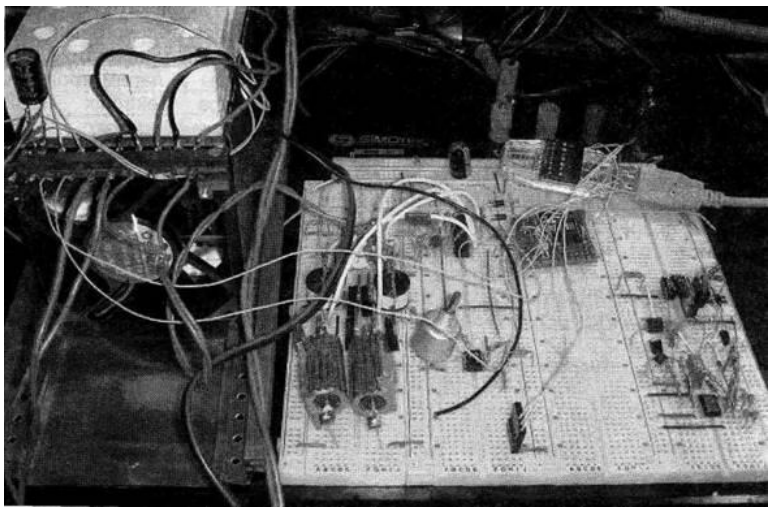


Рисунок 7 - Макет прецизионной системы температурной стабилизации

Система состоит из наборной макетной платы с электрической схемой, контроллера и термосбалансированной сборки с активной компенсацией. Слева изображен радиатор с принудительной циркуляцией окружающей среды, на котором под кожухом размещается теплопровод.

Полупроводниковый элемент «пельтье» и хладопровод (пьедестал) с датчиком температуры, и активный нелинейный элемент (нагрузка) являются источником положительного температурного градиента.

Созданная система управляется как автономно, так и с компьютера под управляющей программой, написанной в среде LabVIEW. Автономное управление системой осуществляется с помощью контроллера Tl MSP430, который программируется средой разработки IAR под каждый конкретный вариант источника лазерного излучения, с учетом распространения температуры в активной термокомпенсирующей части системы.

Роль отведенная микроконтроллеру Tl MSP430 выполняет аналогичный виртуальный прибор (VI) с помощью которого в режиме реального времени имеется возможность замены коэффициентов PID регулятора. Проходя серию полных циклических операций, создавая имитационную модель работы реального изделия в соответствии с техническими требованиями, виртуальный прибор вычисляет коэффициенты PID регулятора в соответствии с заложенным алгоритмом, и производит тестовый прогон системы с вновь введенными коэффициентами в PID регулятор системы температурной стабилизации.

На рисунке 8 на левом графике представлен «холодный» старт системы в нормальных климатических условиях (НКУ), с выходом на заданную температуру стабилизации объекта наблюдения.

На левом графике представлен увеличенный фрагмент испытания системы с различными устанавливаемыми уровнями мощности активного элемента. Для наглядности, на график выведено состояние включения и выключения лазера с различными уровнями оптической мощности. Показания датчика температуры и параметров системы снимаются с помощью осциллографа Tektronix TDS2014B, подключенного к компьютеру и управляемого с помощью виртуального прибора в среде LabVIEW Signal Express.

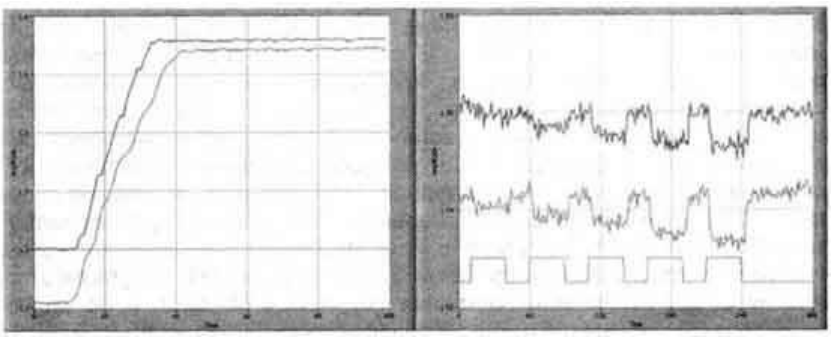


Рисунок 8 - График «холодного» старта системы (слева),
и стабилизация температуры в активном режиме (справа)

Управление активным элементом температурной компенсации осуществляется с помощью ШИМ и драйвером контроля переключения полярности элементов «пельтье», которое осуществляется через интерфейс, подключенного к контроллеру. Контроллер выполняет мостовую функцию конвертора принимаемых команд от виртуального инструмента. Рассчитанные и проанализированные данные вставляются в исходный код программы на языке C++ для контроллеров серии MSP430 компилятора IAR (рисунок 9).

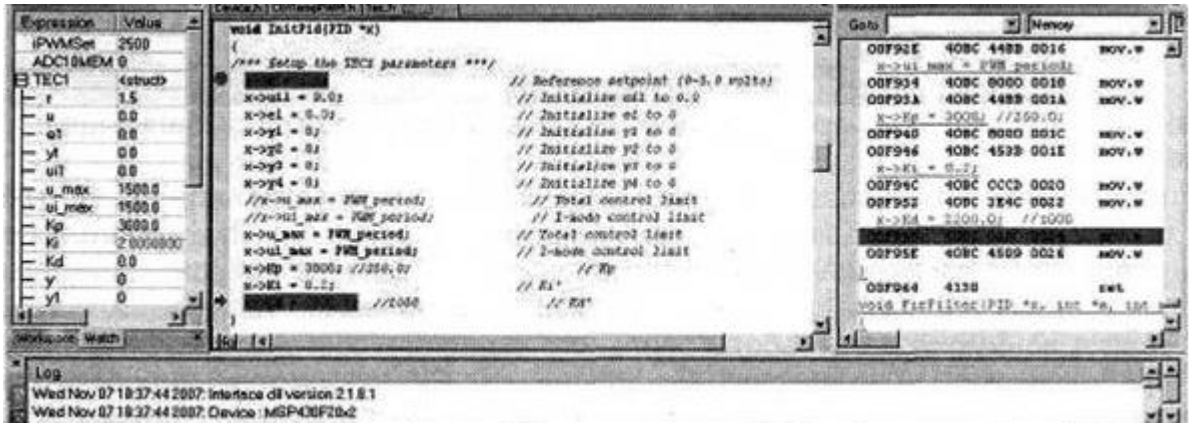


Рисунок 9 - Среда разработки IAR для микроконтроллера MSP430

Необходимые коэффициенты интегрируются в исходный код программы для оптимальной работы системы температурной стабилизации под управлением микроконтроллера MSP430. Кроме вычисления коэффициентов PID регулятора из полученных характеристик отклика системы на различные штатные состояния диагностики, подбирается оптимальный дискретный цифровой фильтр и количество ячеек для вычисления ошибки в *I* компоненте интегрирования. По завершению серии испытаний и анализа существующей системы температурной стабилизации, выдаются проверенные параметры, удовлетворяющие заданным техническим требованиям (рисунок 10). Данные значения интегрируются в исходный код программы для дальнейшего автономного использования системы.

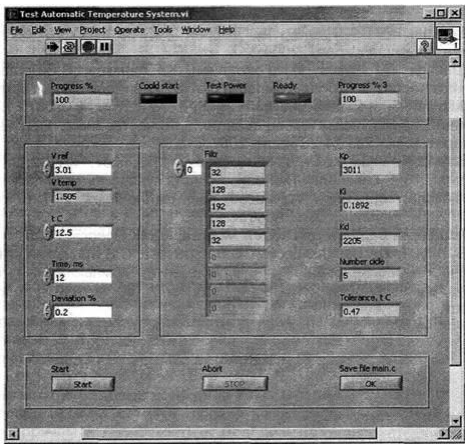


Рисунок 10 - Окно LabVIEW программы
диагностики системы стабилизации

Таким образом, в статье можно заключить, что предполагается применение разработанной системы в медицинской технике проведения фототерапии и термотерапии онкологических и других опасных заболеваний. В дальнейшем планируется использовать разработанную систему в новых медицинских

лазерах. Такая конфигурация системы с установкой на рабочий режим за 20 секунд и выбросом менее 2% позволит использовать эту установку при прецизионных и хирургических операциях.

Список использованных источников:

1. А. С. Востриков, Г. А. Французова. Теория регулирования // Москва «Высшая школа», 2004.

2. S.A.Shevchik, V.G.Zhukov, I.N.Golovanov, K.G.Linkov, V.V.Barun, B.Y.Kogan, , A.P.Ivanov V.B.Loschenov Bioheating control system for stationary hyperthermia // Intrernational conference "Advanced laser technologies" ALT 07, September 3 - 7, 2007, Levi, Finland Book of Abstracts p. 93.

3. Т. Джефферти LabVIEW для всех // Москва, «ДМК Пресс», 2005, 450с.

4. П. А. Бутырин, Т. А. Васильковская, В. В. Каратаев, С. В. Матеркин «Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW». // Москва, «ДМК Пресс», 2005 – 320 с.

5. Обработка сигналов и изображений на МАТЛАБ: практикум / С. А. Кульмамиров, М. Е. Мансурова, М. Е. Кыргызбаева. – Алматы: Қазақ университеті, 2021 – 186 с.

Серимбетов Б. А., асс. профессор, к.т.н, декан,
КазУТБ им. Кулажанова, Астана.
Кременчугский А. А., директор ТОО «суперЭВМ»,
ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, Астана,
Кульмамиров С. А., и.о. доцента, к.т.н., академик МАИН,
Есильский университет, Астана.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА БАЗЕ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

Аннотация: В Казахстан Темир Жолы на базе описанного в статье устройства создана и действует система мониторинга параметров тяговых электродвигателей, которая будет способна сигнализировать о состоянии ТЭД по искрению КЩУ, начала боксования и записывать эту информацию в процессе эксплуатации электровоза. Устройство использует NI Speedy 33, позволяющее контролировать работу и состояние тяговых электродвигателей электровоза. Результаты исследования будут использованы для диагностики состояния ТЭД, предотвращение возникновения аварийной ситуации и прогнозирования его ресурса.

Ключевые слова: LabVIEW, PID, виртуальный прибор, тяговый электродвигатель, искрение, боксование, электровоз.

Аңдатпа: Мақалада сипатталған құрылғыға негізделген тарту қозғалтқышын бақылау жүйесі «Қазақстан темір жолы» ҰК» АҚ-да әзірленіп, жұмыс істеп тұр. Бұл жүйе басқару панелінің ұшқынына және тайғанақ басталғанына негізделген тарту қозғалтқышының күйі туралы сигнал бере алады және бұл ақпаратты локомотив жұмысы кезінде жадыға жазып алады. Құрылғыда локомотив тарту қозғалтқыштарының жұмысын және күйін бақылайтын NI Speedy 33 қолданылған. Зерттеу нәтижелері тарту қозғалтқышының күйін диагностикалау, төтенше жағдайлардың алдын алу және оның қызмет ету мерзімін болжау үшін пайдаланылады.

Кілт сөздер: LabVIEW, PID, виртуалды аспап, тарту қозғалтқышы, ұшқын, тайғанақ, электровоз.

Abstract: A traction motor monitoring system based on the device described in the article has been developed and is operational in Kazakhstan Temir Zholy. This system will be capable of signaling traction motor status based on control panel sparking and the onset of slippage, and will record this information during locomotive operation. The device uses NI Speedy 33, which monitors the operation and condition of locomotive traction motors. The results of the study will be used to diagnose traction motor status, prevent emergency situations, and predict its service life.

Keywords: LabVIEW, PID, virtual instrument, traction motor, sparking, slippage, electric locomotive.

В настоящее время в отечественном железнодорожном транспорте остро стоит проблема контроля за состоянием и работой тяговых коллекторных электродвигателей (ТЭД), которыми оснащена большая часть электровозов Казахстана. Для объективной оценки работы ТЭД необходимо иметь информацию о токе, частоте вращения и состояния коллекторно-щеточного узла (КЩУ). Сейчас единственным показателем работы ТЭД является измеряемая величина тока якоря, но этот параметр не может в полной мере характеризовать состояние двигателей.

Для решения этой проблемы в статье освещена работа системы мониторинга состояния тяговых электродвигателей, касающиеся электровоза. Эта система представляет собой комплекс устройств и программных средств, непрерывно контролирующих состояние коллекторно-щеточного узла и частоту вращения ТЭД. Источником данных об искрении и частоте вращения является модуль контроля искрения (УКИ) ТЭД электровоза [1].

Модуль УКИ необходим для оценки искрения машин постоянного тока (МПТ) [2]. Сущность этого способа заключается в измерении поперечного тока разрезной щетки, возникновение которого обуславливается протеканием разных по величине токов по отдельным её частям. Направление и величина этого тока в процессе коммутации определяется суммарной ЭДС, наводимой в коммутирующей секции. Поэтому плотности тока под «сбегающими и набе-

гающими» частями щетки будут существенно различаться, что приводит к искрению того или иного края щетки. Доказано, что интенсивность искрения зависит от величины поперечного тока [1].

Устройство контроля искрения представляет собой измерительную систему, состоящую из чувствительного, преобразующего и регистрирующего элементов. В качестве чувствительного элемента применяется щетка-датчик, выполненная на основе штатной разрезной щетки данного типа двигателя. Преобразующий элемент представляет собой измерительный трансформатор [], включенный в цепь протекания поперечного тока разрезной щетки.

Информация, поступающая с измерительной системы в процессе работы двигателя, представляет собой аналоговый непрерывный сигнал переменной частоты и амплитуды, изменяющихся в зависимости от частоты вращения якоря и интенсивности искрения на коллекторе ТЭД.

Регистрирующий элемент обрабатывает информацию, получаемую с выхода датчика. Его задача заключается в оцифровке сигнала и последующем его преобразовании в баллы искрения по требованиям ГОСТ 183-74.

В зависимости от частоты вращения якоря ТЭД частота и амплитуда сигнала колеблется в широких пределах. Так для ТЭД ТП2К1 частота сигнала изменяется от 0 до 10 кГц, а амплитуда от 0 до 10В.

Принципиальная схема установки системы мониторинга на электровоз представлена на рисунке 1. Система мониторинга состоит из измерительных устройств (УКИ1 - УКИ4), непрерывно регистрирующих состояние искрения 4-х ТЭД одной секции электровоза. Оцифрованный сигнал каждого из 4-х датчиков, входящих в состав устройства УКИ, представляет собой массив мгновенных значений напряжений. Для практического применения наиболее удобно пользоваться действующими значениями этих напряжений. Полученный массив действующих значений также должен быть пересчитан в баллы коммутации (ГОСТ 183-74). Линейная калибровка массива значений действующего напряжения осуществляется путем введения тарировочного коэффициента. Этот коэффициент определяется при первичной тарировке УКИ для каждого типа двигателя. После вышеописанных преобразований массив данных уже представляет собой информацию об искрении ТЭД.

Обработка и анализ сигнала выполняются в соответствии с созданы алгоритмом [3]. Реализация алгоритма обработки выполнена на базе устройств компании National Instruments (NI США). Применение продукции этой компании обусловлено простотой программирования и высокой прикладной эффективностью. Структура системы мониторинга представлена на рисунке 2. В качестве АЦП выбрано устройство NI USB-9201. Частотный спектр сигнала УКИ позволяет использовать это устройство для анализа состояния коллекторно-шеточного узла (КЩУ) 4 ТЭД секции электровоза.

Также, УКИ может служить источником информации о частоте вращения, а контроль за этим параметром позволит своевременно выделять момент начала «боксования» электровоза.

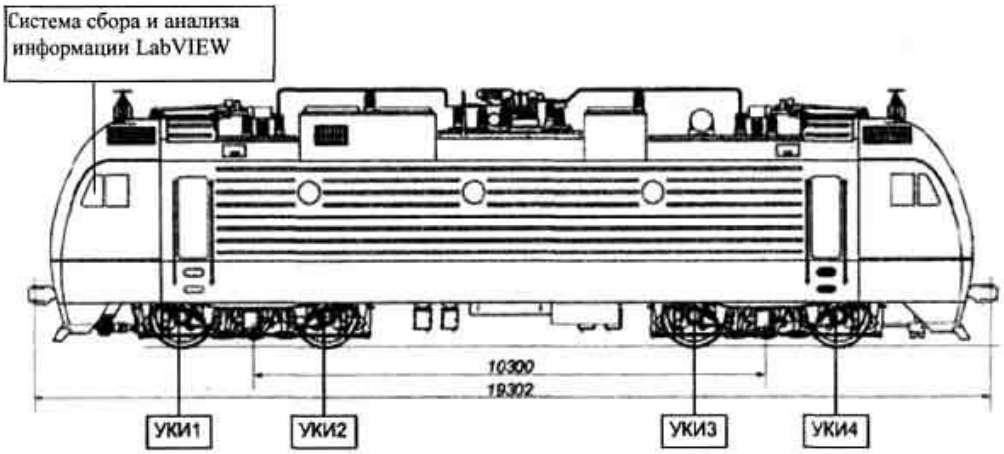


Рисунок 1 – Функциональная схема установки системы мониторинга на электровоз

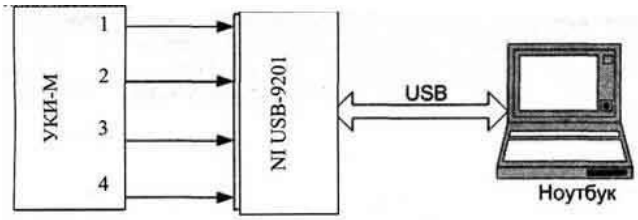


Рисунок 2 - Структурная схема системы мониторинга

Для решения этой задачи необходимо иметь информацию о частоте вращения каждой колесной пары секции электровоза. В настоящее время частота вращения определяется с помощью оптического энкодера, установленного на оси [1]. Прибор обеспечивает определение частоты вращения с разрешающей способностью до 72 меток на один оборот, поэтому установленные на электровозах системы предотвращения боксования способны устранять его только после возникновения эффекта боксования.

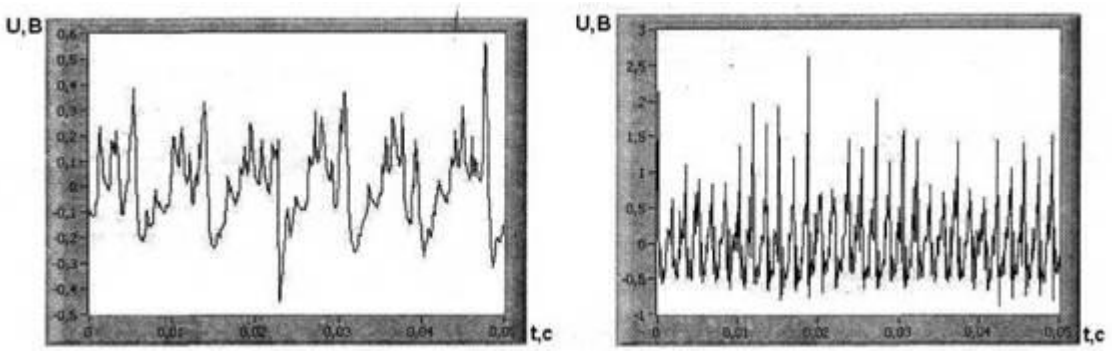


Рисунок 3 - Осциллограммы напряжения УКИ
при различных частотах вращения якоря электродвигателя

Проведенные исследования показали, что частота напряжения во вторичной обмотке УКИ (рисунок 3) пропорциональна частоте вращения двигателя и количеству коллекторных пластин. Зависимость описывается как:

$n = f \cdot \frac{60}{k}$, где n - частота вращения вала двигателя (об/мин), f - частота сигнала УКИ (Гц), k -число коллекторных пластин двигателя.

Определение частоты сигнала УКИ рассчитывается в среде LabVIEW написанному авторами алгоритму.

Аналоговое напряжение с выхода УКИ подается на вход АЦП, преобразуется в цифровую форму, передается по последовательной шине USB в ПК и подвергается обработке (рисунок 2). Обработка включает в себя быстрое преобразование Фурье, выделение частоты основной гармоники, пересчет частоты сигнала в частоту вращения якоря двигателя. Далее информация о частоте вращения двигателя используется для определения момента начала боксования, по которой система управления электровозом вырабатывает упреждающие управляющие команды для предотвращения боксования.

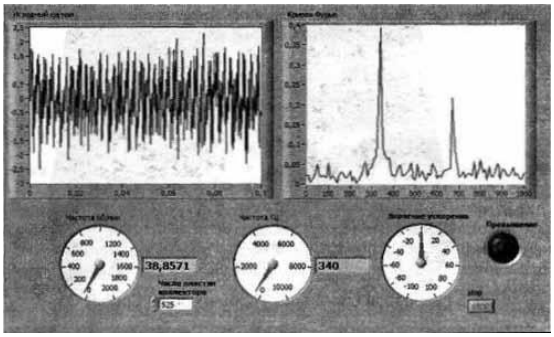


Рисунок 4 - Лицевая панель экранного прибора в среде LabVIEW

Описанная система мониторинга ТЭД вначале создаа с использования компьютера, что не всегда удобно на борту электровоза. Современная электронная промышленность предоставляет возможность замены компьютера на вычислительное устройство, одним из которых может быть цифровой сигнальный процессор (ЦСП) NI Speedy 33 (рисунок 5).

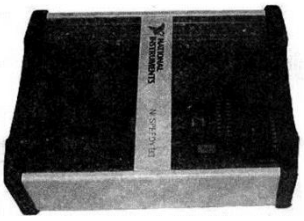


Рисунок 5 – Общий вид на корпус
цифрового сигнального процессора NI Speedy 33

Данный ЦСП позволяет отрабатывать алгоритм обработки регистрированного сигнала, от преобразования в цифровую форму до выдачи результатов вычислений [4]. Наличие 2-канального АЦП позволяет обрабатывать сигналы с 2 УКИ. Миниатюрные светодиоды могут быть использованы для индикации

режимов работы виртуального прибора. Цифровые порты ввода-вывода можно использовать для связи ЦСП с другими элементами автоматики тепловоза. Важной особенностью данного устройства является то что для перепрограммирования требуется не более 5 минут, и может происходить в «полевых» условиях.

На базе данного устройства планируется создать систему мониторинга параметров тяговых электродвигателей, которая будет способна сигнализировать о состоянии ТЭД по искрению КЩУ, начала боксования и записывать эту информацию в процессе эксплуатации электровоза.

Таким образом, предложенная система мониторинга на базе устройста NI Speedy 33 позволит контролировать работу и состояние тяговых электродвигателей электровоза. Полученные данные можно использовать для диагностики состояния ТЭД, предотвращение возникновения аварийной ситуации и прогнозирования его ресурса.

Список использованных источников:

1. Система мониторинга искрения коллекторно-щеточного узла тяговых электродвигателей. Осадченко А. А., Шибаев Д. Е. VII научно-практ. конф. «Современные техника и технологии», // Томск: ТПУ. 2017. – 180 с.

2. Мониторинг щеточно-коллекторного узла тягового электродвигателя при эксплуатации. Осадченко А. А., Цукублин А. Б., Рапопорт О. Л., Известия ТПУ №7, 2015.

3. П. А. Бутырин, Т. А. Васильковская. «Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW». // Москва, «ДМК Пресс», 2005 – 320 с.

4. Обработка сигналов и изображений на МАТЛАБ: практикум / С. А. Кульмамиров, М. Е. Мансурова, М. Е. Кыргызбаева. – Алматы: Қазақ университеті, 2026 – 120 с.

Серимбетов Б. А., асс. профессор, к.т.н, декан,
Тулегулов А., асс. профессор, к.ф.-м. н.,
КазУТБ им. К. Кулажанова, Астана.
Кульмамиров С. А., и.о. доцента, к.т.н., академик МАИН,
Есильский университет, Астана.

МОДЕЛИ НЕЧЕТКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГУЛЯТОРОВ

Аннотация: Рассмотрены проблемы применения нечетких регуляторов и систем управления, отмечены несовершенство средств программно-аппаратной поддержки интеллектуальных систем. Представлены решения на уровне интеллектуальных САУ.

Ключевые слова: нечеткая система, экспертная система, интеллектуальная система, модель нечеткого регулятора, ПИД-регулятор.

Аңдатпа: Бұл мақалада бейанық контроллерлер мен басқару жүйелерін пайдалану қиындықтары қарастырылған, интеллектуалды жүйелерді аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз етуді қолдаудың шектеулері атап өтілген. Ақылды басқару жүйелері деңгейіндегі шешімдер ұсынылған.

Кілт сөздер: бейанық жүйе, сараптамалық жүйе, интеллектуалды жүйе, бейанық контроллер моделі, PID контроллері.

Abstract: This article examines the challenges of using fuzzy controllers and control systems, highlighting the limitations of hardware and software support for intelligent systems. Solutions at the level of intelligent control systems are presented.

Keywords: fuzzy system, expert system, intelligent system, fuzzy controller model, PID controller.

Оценка адекватности формализации моделей и повышения функционирования регуляторов систем автоматического управления (САУ) в условиях неопределенности информации и динамического поведения объектов управления (ОУ) в традиционные методы моделирования включают качественные признаки при оценке процессов управления. Обычно к качественным признакам САУ относятся такие понятия, как грубость, чувствительность, устойчивость, адаптация. Учет и проверка таких признаков регуляторов позволяют формированию новых требований к исследованию современных критериев оптимизации. Поиск экстремума по неклассическим критериям оптимизации приводит к необходимости исследования аналогов логико-динамических моделей процессов управления [1-4].

Также известно, что методология применения средств программно-аппаратной поддержки интеллектуальных систем находятся на начальной стадии развития [3-4]. Поэтому при создании проблемно-ориентированных систем управления (СУ), основанных на знаниях, выяснилось, что с учетом особенностей условий применения разрабатываемые процессы проектирования требуют дополнительных исследований [5].

Предметом исследований в области промышленных интеллектуальных систем управления (ИСУ) являются:

- вопросы разработки многоуровневых архитектур управляющих систем, основанных на знаниях, с соответствующей классификацией проблемно-ориентированных задач промышленной автоматизации;

- вопросы рационального построения баз знаний и эффективных аналитических моделей процессов управления, сформулированным в [4] требованиям составления структур ИСУ.

Все такие задачи требуют формулировки новой методологии создания систем нового класса. Методология включает процессы выбора средств интел-

лектуализации, когда традиционными средствами улучшения динамики поведения САУ эту задачу решить нельзя. В таких случаях прибегают к средствам, основанным на использовании знаний.

В процессе поиска требуемой формы поведения САУ задачу улучшения ее динамических характеристик решаются следующими путями:

- либо повышением качества управления за счет применения методов с использованием простых средств интеллектуального уровня;

- либо, напротив, путем разработки эффективных ИСУ, улучшающих характеристики простой модели исполнительного уровня.

В первом случае усложняется модель исполнительного уровня за счет аппаратной реализации функций изменений качественных признаков описания процесса управления. Во втором случае модель исполнительного уровня может быть выбрана более простой за счет повышения интеллектуального уровня САУ с использованием знаний [4-7].

Основу методологии работы многоуровневых ИСУ могут составлять два метода:

- метод формирования моделей исполнительного уровня (выделение адекватных функций управления);

- метод координации исполнительных уровней (рисунок 1).

В левой части рисунка указаны исполнительные уровни, в правой части - интеллектуальные уровни построения моделей САУ. Здесь меры соответствия могут быть установлены по-разному.

Такой подход к формулировке методологии создания ИСУ включает:

- оценку эффекта влияния уровня интеллектуальности на функциональные возможности процессов управления;

- классификацию САУ, основанных на знаниях, по сложности решаемых задач управления;

- выявление роли базы знаний (с оценкой полноты) при разделении функций между исполнительным и интеллектуальным уровнями;

- вычленение структур САУ на исполнительном уровне при заданном уровне интеллектуальности (задачи анализа и синтеза);

- решение задачи агрегирования и декомпозиции структур САУ, основанных на знаниях.

Формулировка методология построения многоуровневых ИСУ выполняются по оценке проводимого имитационного моделирования. Такую новую назовем методологией создания FZUP-систем. В системах построения структур нечетких регуляторов и САУ широкое применение находит аппаратно-программная поддержка процедур разработки на основе нечетких процессоров, нечеткой памяти и нечетких триггеров [4-8]. Поэтому создается принципиально новый вид нечеткого процессора, использующего квантово-механические переходы Джозефсона.

Известны разработанные программные средства поддержки нечетких контроллеров и САУ с различной проблемной ориентацией [4]. К программным средствам поддержки процессов создания ИСУ можно отнести экспертные системы (ЭС), используемые в качестве специальной инструментальной интеллектуальной надстройки САПР (рис. 1, [3]).

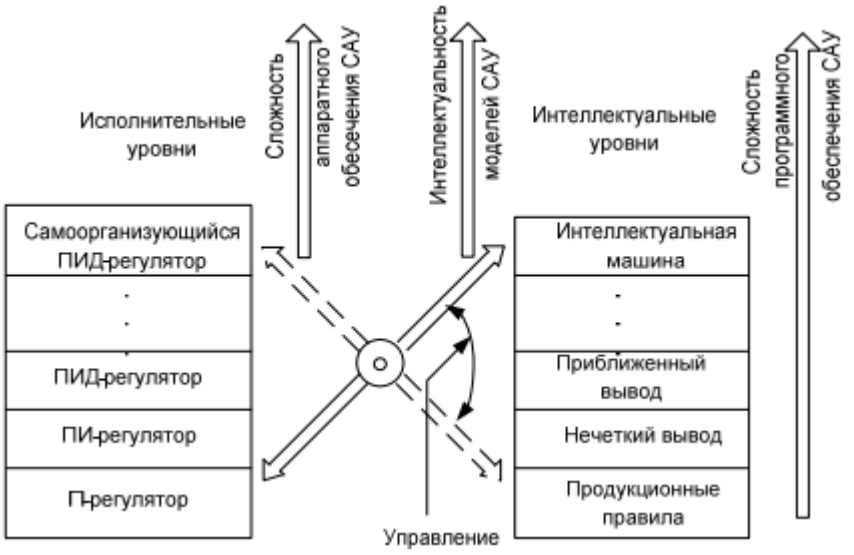


Рисунок 1 - Структура САУ на исполнительном уровне

В таком случае анализ поведения и синтез структуры (параметров) ИСУ стало удобно проводить традиционными методами ТАУ [10-11].

Типовая структурная схема моделирования динамического поведения объекта управления (ОУ) на основе использования активных ЭС показана на рис. 2. База данных данной ЭС содержит сведения об измерений реальных характеристик исследуемого ОУ (амплитуда и время переходного процесса, время запаздывания, величина и время перерегулирования).

Механизм логического вывода (выбор правил логического вывода) на рисунке 2, использует 4 зависимостей:

*R*1: *если* (e e), $_i\rangle$ то u_i = u;

*R*2: *если* (e $e_1\langle_i \le$ e) то $u_i = k_i$ u;

*R*3: *если* (–e $e_1\langle$ $\langle_i$ –e), то $u_i = ke_{5i}$(n) + Δke_6(n;

*R*4: *если* (e_1 ⟨–e),$_i$ то $u_i = k_i$ u.

Такие модели регуляторов, использующих в контуре управления ЭС, получили название интеллектуальных регуляторов, основанных на экспертных знаниях типа EICS (Expert Intelligent *Control* System). Из результатов моделирования следует также, что ОУ с ПИД-регулятором менее чувствителен к наличию существенно нелинейных элементов (типа мертвой зоны), чем ОУ с ПИД-регулятором. Приведенный пример наглядно отражает роль наличия базы знаний и механизма логического вывода в интеллектуальных регуляторах, создаваемых по сформулированным принципам.

Дальнейшее снижение требований к точности описания динамического поведения ОУ за счет его лингвистической аппроксимации привело к новому

принципу формирования баз знаний активных ЭС на основе методов теории нечетких множеств.

Согласно отмеченному принципу FZUP-методологии создания, применение ЭС совместно с нечеткими нейронными сетями типа FNN в контуре управления относится к этапу обучения с целью пополнения и проверки на корректность базы знаний и формирования алгоритмов управления.

Возможность использования лингвистической аппроксимации ОУ в алгоритмах управления имеет преимущество перед традиционными регуляторами, когда сама модель ОУ либо существенно нелинейна, либо ОУ функционирует в хаотически построенной внешней среде.

В общем случае, необходимо также вводить два уровня - координационный (верхний уровень) как интеллектуальный уровень и нижний уровень (нечеткий регулятор или ПИД-регулятор) как исполнительный уровень. Таким образом, и в этом случае приходим к методологии проектирования, представленной на рис. 1.

Получение методики формирования нечетких моделей ИСУ позволяет сделать следующие выводы:

1. Применение нечетких моделей регуляторов и САУ «интеллектуальных в большом» позволяет существенным образом улучшить динамические характеристики ОУ, функционирующих в условиях неопределенности входной информации или в хаотически организованной внешней среде.

2. Основу методологии создания управляющих систем с уровнями интеллектуальности составляют методы имитационного моделирования, обучения и адаптации с использованием нейронных сетей.

Список использованных источников:

1. Загарий Г. И. Программируемые контролеры для систем управления. Часть 1. Архитектура и технология применения / Г.И. Загарий, Н.О. Ковзель, В.И. Поддубняк и др. – Харьков: ХФИ “Транспорт Украины”; – Харьков: Издательство “Регион Информ”, 2011. – 316 с.

2. Mudi R. K. A robust self-tuning scheme for PI and PD type fuzzy controllers / Mudi R. K., Pal N. R. // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 1999. – Vol. 7. – p. 2 – 16.

3. Герман Э. Е. Система нечеткого управления процессом выращивания функциональных монокристаллов / Э.Е. Герман, А.И. Гапон, Л.В. Дербунович // Вісник НТУ “ХПИ”. – 2006. – №31. – С. 11–18.

4. Герман Э. Е. Нечеткий ПИД контроллер в системах управления установками для выращивания / Э.Е. Герман, Л.В. Дербунович // Вісник НТУ “ХПИ”. – 2007 – №10 – С. 46–54.

5. Герман Э. Е. Оптимизация параметров нечетких ПИД контроллеров / Э.Е. Герман, Л.В. Дербунович, С.В. Белецкий // Вісник НТУ “ХПИ”. – 2007. – № 36 – С. 3–8.

6. Герман Э.Е. Современное состояние и перспективы развития систем нечеткого управления // Вісник НТУ “ХПИ”. – №57. – С. 37–44.

Кульмамиров С. А., и. о. доцента, к.т.н., академик МАИН
Есильский университет, г. Астана

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАНАЛОВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ С КОМПЕНСАТОРАМИ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ НА LABVIEW И MATLAB

Аннотация: В работе поставлена задача исследовать динамические характеристики адаптивных компенсаторов сигналов телекоммуникационных каналов и решить вопрос частотного регулирования каналов. Результаты исследований востребованы при создании средств телекоммуникации на площадке современных цифровых платформ. Полученные рекомендации авторы данной работы намереваются использовать при выпуске учебно-методических пособий и лабораторных практикумов по дисциплинам модульной образовательной программы специальности «Автоматизация и управление» и организации пользовательских экспериментов по цифровой обработке сигналов на макете NI Elvis II посредством широко используемых программных средств LabVIEW и MATLAB.

Ключевые слова: LabVIEW, MATLAB, NI, эхо компенсатор, частотный регулятор.

Аңдатпа: Ұсынылған жұмыста телекоммуникациялық арналардың адаптивті сигнал компенсаторларының динамикалық сипаттамаларын зерттеу және арналардың жиілігін реттеу мәселесін шешу міндеті қойылған. Зерттеу нәтижелері заманауи цифрлық платформалар платформасында телекоммуникациялық құралдарды жасау кезінде сұранысқа ие. Бұл жұмыстың авторлары «Автоматтандыру және басқару» мамандығының модульдік білім беру бағдарламасының пәндері бойынша оқу-әдістемелік құралдар мен зертханалық практикумдар өндірісінде және Н.И. Элвис II-де цифрлық сигналдарды өңдеу бойынша пайдаланушы эксперименттерін ұйымдастыруда алынған ұсыныстарды пайдалануды көздейді. LabVIEW және MATLAB кеңінен қолданылатын бағдарламалық құралдарды пайдалана отырып, тақта.

Кілт сөздер: LabVIEW, MATLAB, NI, жаңғырық жоюшы, жиілік контроллері.

Summary: The proposed work sets the task of studying the dynamic characteristics of adaptive signal compensators of telecommunication channels and solving the issue of frequency regulation of channels. The research results are in demand when creating telecommunications tools on the platform of modern digital platforms. The authors of this work intend to use the recommendations received in the

production of teaching aids and laboratory workshops in the disciplines of the modular educational program of the specialty “Automation and Control” and in organizing user experiments on digital signal processing on the NI Elvis II breadboard using the widely used software tools LabVIEW and MATLAB.

Key words: LabVIEW, MATLAB, NI, echo canceller, frequency controller.

Существование современной информационной среды немыслимо без наличия телекоммуникационных технологий, прошедших в своём развитии значительный исторический период. Итог этого развития – огромное разнообразие средств связи, которые условно можно разделить как проводные, беспроводные и оптоволоконные. Эти средства постоянно развиваются в направлении повышения скорости передачи данных. Высокая скорость обмена данными достигается за счёт различных приёмов, среди которых учёт характеристик канала связи. Поэтому разработка цифровых средств, обеспечивающих проведение исследований в телекоммуникации, является актуальной задачей [1]. Некоторые из таких средств и исследованы в данной статье.

Неотъемлемой компонентой связного оборудования является модем. Он преобразует цифровые данные в непрерывную (аналоговую) форму, которая лучше всего подходит для передачи по выбранному каналу связи.

На противоположном конце канала другой модем преобразует принятый аналоговый сигнал обратно в цифровую форму. В составе большинства модемов имеются два адаптивных устройства: компенсатор сигналов электрического эха (эхо компенсаторы) и выравниватель (частотный регулятор) канала связи [1-2]. Устройства регулируют уровень помех, обусловленных особенностями канала связи, поэтому повышается скорость передачи данных.

Эхо компенсаторы и частотные регуляторы не являются универсальными устройствами. Их параметры во многом зависят от качества построение телекоммутационного канала. Для передачи данных по такому каналу используются роутеры. Поэтому при настройке роутеров часто требуется проводить исследования, связанные с определением параметров его составных частей, в том числе эхо компенсаторов и частотных регуляторов. Они строятся на основе адаптивных фильтров [3].

Созданные авторами работы виртуальные инструменты дадут возможность разработчикам телекоммуникационного оборудования проводить практически востребованные исследования, не вдаваясь в детали построения эхо компенсаторов на начальных настройках. Виртуальные инструменты реализованы с использованием двух языков графического программирования.

Основным является язык LabVIEW [4]. В лицевой панели можно наблюдать структуру виртуального прибора, где отображаются переключатели, средства ввода/вывода цифровых и графических данных (виртуальные осциллографы).

Перечислим использованные вычислительные модули:

- алгоритмы адаптивной фильтрации;

- формирование сигналов;
- оценка параметров сигналов;
- показатели качества работы адаптивных фильтров.

Они реализованы в виде модулей на языке MATLAB [5]. Этот язык в настоящее время широко применяется при решении задач цифровой обработки сигналов телекоммуникации. Гибридное использование двух языков программирования позволили реализовать процессы моделирования в несколько раз быстрее по сравнению с аналогичным моделированием на языке MATLAB. Это обусловлено тем, что при моделировании в ОЗУ компьютера загружаются не все приложения языка MATLAB. Кроме того, осуществляется оптимизация переменных в соответствии с их типом.

Использование LabVIEW дает возможность без вмешательства в программный код общаться с моделирующей программой посредством интерфейса пользователя. Графические возможности LabVIEW позволяют создавать более наглядные и удобные элементы управления по сравнению с возможностями, предоставляемыми языком MATLAB.

Сигналы между абонентами и телефонной станцией передаются по двухпроводным линиям связи одновременно в обоих направлениях (рисунок 1). Между телефонными станциями связь однонаправленная. Она осуществляется по четырёхпроводным или двум двухпроводным линиям, так как расстояния между станциями большие. Сигналы подвергаются затуханию и их необходимо усиливать, а усилитель является однонаправленным устройством. Переход между двух- и четырёхпроводными линиями осуществляется с помощью гибридных схем (простыми резистивными мостами).

Такие схемы не могут быть сбалансированными во всей полосе частот канала телекоммуникации. Поэтому может существовать утечка полезного сигнала в сторону удалённого абонента. В результате этого удаленный абонент слышит эхо своего голоса. Так как между телефонными станциями имеется задержка сигналов, обусловленная каналом и оборудованием, создаётся эффект «эха», влияющего на качество разговора. Гибридные схемы используются и в роутерах. Эхо в роутере – это дополнительный шум, уменьшающий скорость приёма данных. Общеизвестно, что требования к подавлению эхо-сигналов регламентируются стандартами [6].

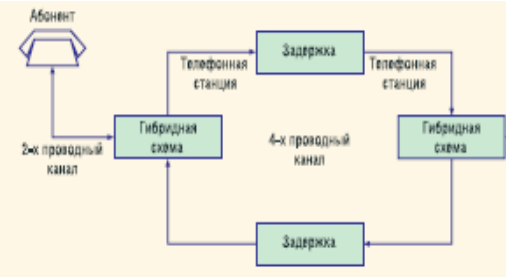


Рисунок 1 - Телефонная линия связи

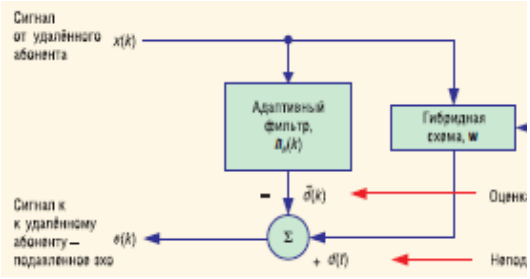


Рисунок 2 - Подавление эхо-сигналов

Подавление эхо-сигналов (рисунок 2) осуществляется с помощью адаптивных фильтров. Гибридная схема моделируется линейным импульсным откликом *w*, при прохождении сигнала удалённого абонента *x*(*k*) образуется эхо-сигнал *d*(*k*), где *k* – индекс дискретного времени. Адаптивный фильтр (рисунок 3), характеризуемый весовыми коэффициентами *h* * *n*(*k*), моделирует эхо-сигнал как:

$$\tilde{d}(k)=\sum_{n=0}^{N-1} b_n(k-1)\,x(k-n)=\mathbf{h}_N^T(k-1)\,\mathbf{x}_N(k). \qquad (1)$$

Сигнал ошибки *e*(*k*) = *d*(*k*) – *d*(~*k*) представляет собой подавленное эхо. Качество подавления эхо-сигнала зависит от соотношения длин (числа весовых коэффициентов) импульсных откликов *w* и *h* * *N*. Оно также зависит от вида обрабатываемого сигнала и используемого алгоритма адаптивной фильтрации. Качество обычно оценивается коэффициентом подавления эха (параметром Echo Return Loss Enhancement, ERLE), представляющим собой отношение энергий сигналов неподавленного и подавленного эха в децибелах:

$$ERLE(k)=10\lg\left(\sum_{i=k-B+1}^{k} d^2(i)\Big/\sum_{i=k-B+1}^{k} e^2(i)\right), \qquad (2)$$

где *B* – длина скользящего окна в отсчётах, где производится оценка энергии сигналов.

Проведенные исследования показали, что длина скользящего окна определяется интервалом стационарности рассматриваемых сигналов. Например, интервал для сигналов речи равен около 30 мс, что при частоте дискретизации 8 кГц соответствует 240 отсчётам.

При построении эхо компенсатора требуется проводить моделирование его работы с целью оценки эффективности и определения оптимальных параметров адаптивного фильтра (числа весовых коэффициентов *N* и вида используемого алгоритма), обеспечивающих требуемое значение ERLE (рисунок 3). Для этого используются импульсные отклики **w**, представленные в стандартах и полученные путём расчётов или измерений.

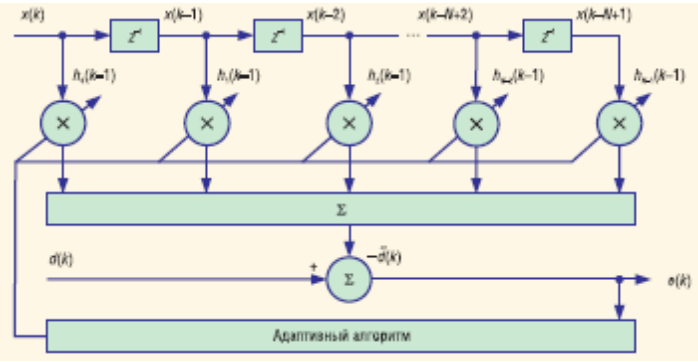


Рисунок 3. Структурная схема адаптивного фильтра

Алгоритм адаптивной фильтрации вычисляет весовые коэффициенты фильтра h ***** $N(k) = f\{x * N(k), h * N(k-1), d(k)\}$, которые изменяются на каждой итерации k. Временной интервал между итерациями равен интервалу дискретизации аналоговых сигналов. В качестве алгоритмов адаптивной фильтрации обычно используются простейший с вычислительной точки зрения нормализованный алгоритм по критерию наименьшего среднеквадратичного отклонения (Normalized Least Mean Squares, NLMS) и более сложные, но и более эффективные рекурсивные адаптивные алгоритмы по критерию наименьших квадратов (Recursive Least Squares, RLS) [3].

Для проведения сформулированных исследований для настройки эхо компенсатора разработан виртуальный инструмент в среде LabVIEW (рисунок 4). Данный инструмент реализует модель (рисунок 2). Импульсные отклики w выбираются из чисел, приведённых в источнике [6]. Алгоритмы адаптивной фильтрации реализованы на MATLAB. В качестве тестового сигнала используется речевая запись (файл wav формата) или шумовой сигнал, вырабатываемый моделирующей программой.

Разработанный инструмент имеет средства ввода параметров файла входного сигнала, выбора отрезка этого сигнала для моделирования и выбора импульсного отклика гибридной схемы w. Кроме того, можно выбирать вид тестового сигнала (речь или шум), задавать отношение сигнал–шум на входе сигнала d, выбирать тип алгоритма (NLMS или RLS), а также вводить параметры адаптивного фильтра. Качество эхо компенсации можно оценивать путём прослушивания эхо-сигнала или сигнала подавленного эха. Такие оценки часто требуются при обработке речевых сигналов.

В качестве выходных параметров выводятся измеренные значения отношения сигнал–шум на входе d, требуемое и измеренные значения уровня шума на этом входе, среднее значение ERLE, обеспечиваемые гибридной схемой (импульсным откликом w) и адаптивным фильтром. В графическом виде отображаются все сигналы, отмеченные на рисунке 2 и зависимость во времени параметра ERLEЮ а также нормы расстояния между импульсными откликами w и hN: $\rho(k) = 20 * \lg(||hN(k) - w||2/||w||2)$.

В конце процесса адаптации на одном графике представляются значения w и $h*N$. Меняя импульсные отклики гибридной схемы, параметры адаптивного фильтра, алгоритмы адаптивной фильтрации, тестовые сигналы, с помощью инструмента можно исследовать эффективность работы эхо компенсатора и определять параметры адаптивного фильтра, обеспечивающие требуемое качество (ERLE, длительность переходного процесса и вычислительную сложность выбранного алгоритма).

При передаче цифровых данных по каналам связи с ограниченной полосой пропускания возникает явление, называемое межсимвольной интерференцией. Межсимвольная интерференция, наряду с шумом $z(k)$ (рисунок 5), ска-

зывается на правильности решения о соответствии принятого информационного символа $s\sim(k)$ символу $s(k)$, переданному по каналу связи с импульсным откликом w.

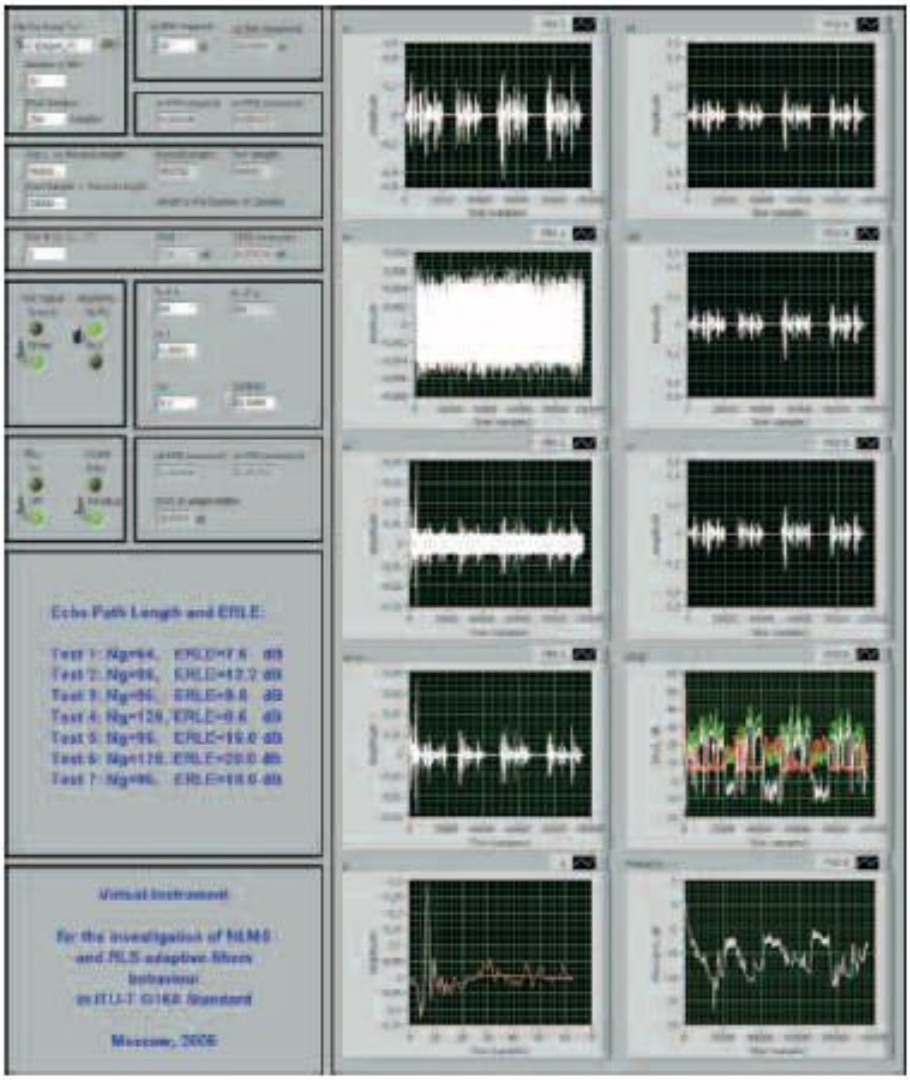


Рисунок 4 - Виртуальный инструмент адаптивного эхо компенсатора

Если бы канал представлял собой просто линию задержки, то принимаемый сигнал можно было бы легко оценивать. Однако большинство каналов связи с математической точки зрения представляют собой фильтр с импульсным откликом w, а потому в каждый момент времени k, совпадающий с моментом смены передаваемых символов, на выходе канала образуется взвешенная сумма передаваемых подряд информационных символов.

В этой сумме в каждый момент времени k только один символ несёт интересуемую информацию, а остальные являются шумом – межсимвольной интерференцией. Шум не позволяет правильно различать символы на приёмной

стороне. Чтобы повысить вероятность правильной оценки символов, используются устройства, именуемые адаптивными выравнивателями канала телекоммуникации, или частотными регуляторами [2].

Таким образом, исследуемый регулятор функционирует так, что его передаточная характеристика становится близкой к обратной передаточной характеристике канала связи. Совместная передаточная характеристика канала и частотного регулятора становится близкой к равномерной. В терминах импульсных откликов это означает, что свёртка импульсных откликов канала *w* и частотного регулятора *h* близка к дельта-функции. В результате действия регулятора межсимвольная интерференция уменьшается.

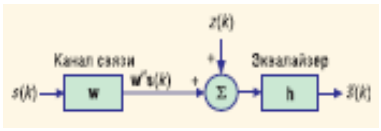


Рисунок 5 - Принцип выравнивания канала телекоммуникации

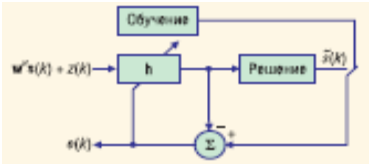


Рисунок 6 - Адаптивный эквалайзер без обратной связи

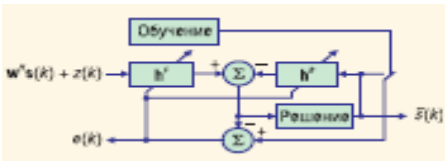


Рисунок 7 - Адаптивный эквалайзер с обратной связью

Частотные регуляторы каналов связи также строятся на основе адаптивных фильтров. Существуют 2 типа адаптивных частотных регуляторов. Это регулятор без обратной связи (Feed_Forward, FF, рисунок 6) и с обратной связью (Feed_Backward, FB, рисунок 7).

В начале сеанса связи передаётся известная последовательность информационных символов, которая используется для обучения частотного регулятора. После обучения регулятор функционирует на основе символов, которые оцениваются по значениям его выходного сигнала.

Для эффективной работы частотного регулятора определяются следующие параметры:

- число весовых коэффициентов адаптивного фильтра *h* (в случае FF_эквалайзера);

- соотношение между числом весовых коэффициентов в прямой *h*F* и обратной ветвях частотного регулятора *h*B* (FB эквалайзера);

- алгоритм адаптивной фильтрации.

Эффективность работы частотного регулятора зависит и от вида передаточной характеристики канала связи и уровня шума *z*(*k*).

Для исследования характеристик эквалайзера служит виртуальный инструмент, разработанный в LabVIEW (рисунок 8), реализующий модули:

- передаваемых сигналов;
- эквалайзера;
- расчёта вероятности принятых ошибочно информационных символов и бит (Symbol Error Rate, SER, и Bit Error Rate, BER) на MATLAB.

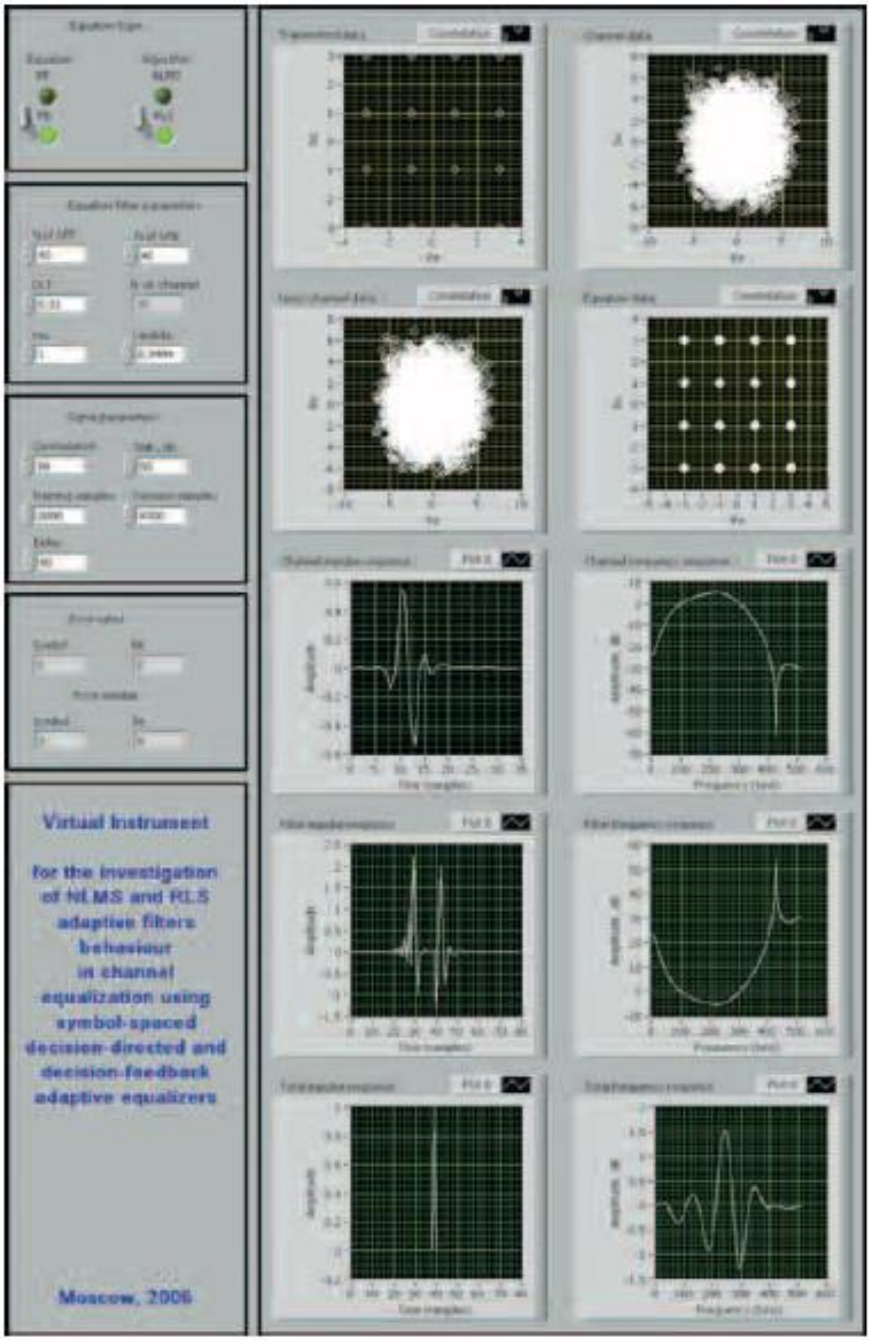


Рисунок 8. Виртуальный инструмент адаптивного частотного регулятора

В виртуальном приборе используется квадратурная амплитудная модуляция. В качестве алгоритма адаптивной фильтрации используется NLMS или RLS алгоритм. Прибор позволяет использовать следующие возможности:
- выбирать тип частотного регулятора (FF или FB);

- задавать параметры адаптивного фильтра;

- алфавит (так называемые созвездия) передаваемых символов;

- выявлять отношение сигнал - шум на входе частотного регулятора;

- осуществлять задержку обучающей последовательности относительно передаваемой последовательности;

- выявить значение числа обучающих символов и число символов, передаваемых после обучения;

- параметры SER и BER оцениваются на основе символов, передаваемых после обучения частотного регулятора.

В качестве результатов моделирования в виртуальном приборе выводятся численные значения SER и BER, и выводятся созвездия:

- передаваемых информационных символов;

- символы на выходе канала телекоммуникации без шума и с шумом;

- символы на выходе частотного регулятора.

Изображения созвездий широко используются для визуальной оценки качества работы роутеров. На панели инструмента также отображаются:

- импульсный отклик;

- передаточная функция канала;

- частотный регулятор;

- свёртка импульсных откликов канала и частотного регулятора;

- общая передаточная функция канала и регулятора.

Меняя импульсные отклики канала связи, параметры адаптивного фильтра, алгоритм адаптивной фильтрации, тип модуляции, можно исследовать эффективность работы частотного регулятора и определять параметры адаптивного фильтра, обеспечивающие требуемое качество (значение SER и BER, длительность переходного процесса и вычислительную сложность).

Таким образом, представлены 2 виртуальных прибора, предназначенных для исследования свойств адаптивных эхо компенсаторов и частотных регуляторов, широко используемых в современном телекоммуникационном оборудовании. Виртуальные приборы построены и исследованы в LabVIEW и MATLAB.

Авторы намереваются продолжить исследования и эксперименты с новыми виртуальными приборами LabVIEW версии 2022 года. Эти эксперименты специальных требований к ресурсам используемого компьютера не предъявляет. Время выполнения моделирования определяется быстродействием компьютера, видом алгоритма и числом его итераций, числом весовых коэффициентов адаптивного фильтра. На современных рабочих станциях со средним быстродействием время выполнения 10 тысяч итераций составляет единицы минут. Построенные виртуальные приборы могут применяться при использовании компенсаторов сигналов для подавления электрического эха и выравнивателей телекоммуникационных каналов.

Виртуальные приборы можно использовать как измерительные инструменты при проведении исследовательских работ и лабораторных практикумов. Инструменты являются открытой программной средой, что позволяет их модифицировать и расширять функциональные возможности. Например, в инструментах можно применять различные типы модуляции при исследовании частотного регулятора, различные алгоритмы адаптивной фильтрации, быстрые RLS алгоритмы.

Список использоанной литературы:

1. Messerschmitt D. Echo cancellation in speech and data transmission. IEEE J. on Selected Areas in Communications. 2004. Vol. 2. № 2. P. 283–297.

2. Qureshi S. Adaptive equalizations. IEEE Signal Processing Magazine. 2002. № 3. P. 9–16.

3. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов. Пер. с англ. под ред. В. В. Шахгильдяна. М.: Радио и связь, 1999.

4. Белиовская Л. Г., Белиовский А. Е. LabVIEW – курс обучения. М.: National Instruments, 2016.

5. Алексеев Е. Р. Matlab 7. М: НТ Пресс, 2006.

6. Digital network echo cancellers. ITU_T Recommendation G.168. Series G: Transmission systems and media, digital systems and networks. Geneva: ITU. 2022.

Абдибекова Л. М., преподаватель кафедры ИСиТ,
Кульмамиров С. А., к.т.н., доцент, академик МАИН,
Есильский университет, Астана

ПРЕИМУЩЕСТВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ

Аннотация: Для понимания развития «Интернета вещей» (IoT) в промышленности в статье приведен обзор современных исследований в сфере IoT, ключевых технологий и основных приложений IoT в промышленности, а также перечислены текущие проблемы и определены будущие тенденции.

Ключевые слова: Интернет вещей, беспроводная сенсорная сеть, Интернет вещей, цифровая экономика, смарт системы.

Аңдатпа: Заттар интернетінің (ЗТ) өнеркәсіптегі дамуын түсіну үшін бұл мақалада ЗТ саласындағы қазіргі зерттеулерге, негізгі технологияларға және өнеркәсіптегі ЗТ негізгі қолданбаларына, сондай-ақ қазіргі қиындықтар мен болашақ үрдістерге шолу жасалады.

Кілт сөздер: Заттар интернеті, сымсыз сенсорлық желі, Заттар интернеті, сандық экономика, ақылды жүйелер.

Abstract: To understand the development of the Internet of Things (IoT) in industry, this article provides an overview of current IoT research, key technologies, and major IoT applications in industry, as well as current challenges and future trends.

Keywords: Internet of Things, wireless sensor network, Internet of Things, digital economy, smart systems.

По мере развития общества и усложнения объектов и задач управления менялись и технологии управления. Наиболее остро в управлении сложными ситуациями обнаружилась проблема «больших данных» [2]. Она создает информационный барьер [15, 21] для технологий «организационного управления». Для современного управления характерен рост слабо структурированной информации. Это обуславливает переход к интеллектуальному управлению [2], которое, в свою очередь, приводит к необходимости применения технологий управления знаниями [20].

Интеллектуальное управление является обобщением семиотического [23], когнитивного [1] и информационного управления [9]. В интеллектуальном управлении транспортом выделяют направления: интеллектуальных транспортных систем [17], интеллектуального семиотического управления [19] и интеллектуального когнитивного управления. Интеллектуальное семиотическое управление связано с разными формами логики, системой продукций, эволюционными алгоритмами. Интеллектуальное когнитивное управление рассматривается как синтез человеческого компьютерного управления с использованием ассоциативных каналов и анализа неявных знаний (рисунок 2).

Таким образом в наше время интеллектуальное управление рассматривается как средство принятия решений в условиях неопределенности [14]. Интеллектуальное информационное управление рассматривается как поддержка интеллектуального управления с помощью ИКТ.

Основой интеллектуального управления являются интеллектуальные системы и интеллектуальные технологии. Интеллектуальная система - это техническая или программно-техническая система, способная получать творческие решения задач, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы. Упрощенно структура интеллектуальной системы включает 3 основных блока: базу знаний, решатель и интеллектуальный интерфейс [25].

Решатель является доминирующей составляющей интеллектуальной системы. В логиках первого порядка решателем называют механизм получения решений логических выражений [16]. В мультиагентных системах, которые относят к области искусственного интеллекта, также используют понятие решателя (рисунок 3).

Агентом называют [12] решатель задач, который представляет собой программную сущность, способную действовать в интересах достижения поставленных целей.



Рисунок 1 – Уровни представления больших данных

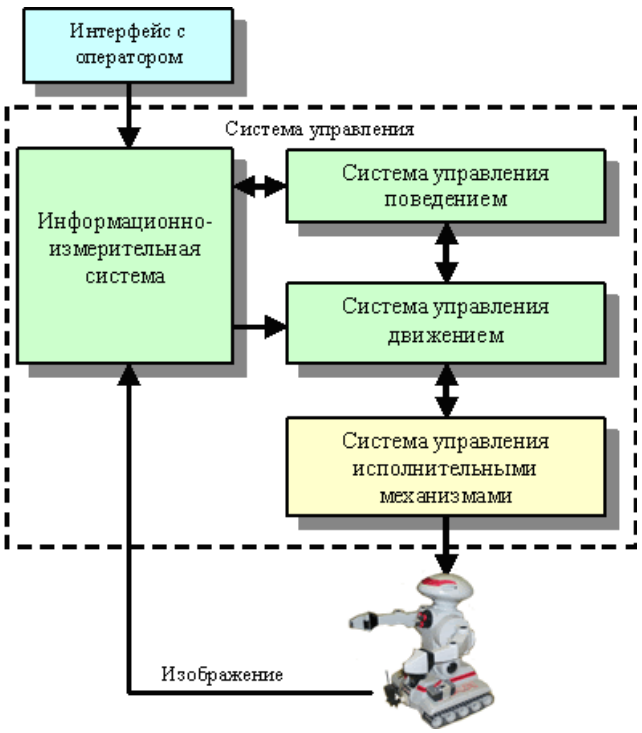


Рисунок 2 – Управление интеллектуальным мобильным роботом



Рисунок 3 – Мультиагентные интеллектуальные системы

В символическом моделировании решателем (s-solver) называют значение специализации сообщения. Одним из первых в России ввел это понятие Ефимов Е. И. [27]. Из этого краткого перечня следует важность решателя для интеллектуальных систем и технологий.

Семиотика изучает природу, виды и функции знаков, знаковые системы и знаковую деятельность человека, знаковую сущность естественных и искусственных языков с целью построения общей теории знаков. В области семиотики существует направление «прикладная семиотика», основоположником которого является Д. А. Поспелов [23].

В семиотике выделяют 2 сферы приложения знаков: познания и коммуникации. Это делит семиотику на две части (рисунок 4): семиотика познания и семиотика смысловых коммуникаций. Основой интеллектуального управления служит семиотическая система. Согласно Поспелову [23] семиотической системой W называется упорядоченная восьмерка множеств:

$$W \leq F\ \{T, R, A, P, \tau, \rho, \alpha, \pi\}, \qquad (1)$$

Здесь T - множество основных символов, R - множество синтаксических правил, А - множество знаний о предметной области, P - множество правил вывода решений (прагматических правил), τ - правила изменения множества T, ρ - правила изменения множества R, α - правила изменения множества A, π - правила изменения множества P.

Первые 2 множества порождают язык системы W, а τ и ρ осуществляют его изменение. Правила α изменяют множество знаний о предметной области. Если считать знания аксиомами формальной системы (которую образуют первые 4 элемента из W), то правила α, по существу, изменяют интерпретацию основных символов и, следовательно, правильно построенных формул языка се-

миотической системы *W*. Первые 4 множества образуют формальную систему *FS*, элементы с пятого по восьмой образуют правила изменения формальной системы. Этим они обеспечивают адаптацию формальной системы, «подстраивая» ее для решения задач и проблем, которые в рамках системы *FS* решить не удается.



Рисунок 4 – Семиотика: данные о знаках и знаковых системах

Таким образом, семиотическая система (1) может быть определена как составная динамическая система: $W \leq \{FS_i, MF_{si}\}$, где FS_i - определяет состояние семиотической системы, а MF_{si} – правило смены ее состояния. В этом следует отметить, что де факто такая система описывает объект управления, то есть состояние объекта управления и его динамику. Поэтому семиотической системе можно дать новую интерпретацию. Составная динамическая система: $W \leq \{FS_i, MF_{si}\}$ включает 2 компонента: статический FS_i, который определяет состояние в информационной ситуации или информационную позицию, динамический MF_{si}, который определяет правила перехода ОУ из одной информационной позиции в другую.

Правила $MF_{si} = (\tau, \rho, \alpha, \pi)$, меняющие состояние формальной системы (объекта управления) связаны зависимостью, существующей в элементах семиотического треугольника (треугольника Фреге, [22]). Это означает, что применение одного из правил из этой четверки приводит к применению оставшихся правил.

Зависимости эти сложны, их аналитическое представление отсутствует, и это представляет трудность и является предметом исследования семиотических систем искусственного интеллекта. Поэтому более простым является применение информационного подхода и информационного моделирования. Расширения формальных систем управления в виде динамических компонент MF_{si} обеспечивают свойства открытости систем. Они создают возможность адаптации объекта управления к управленческим воздействиям и меня-

ющемся внешним условиям. Это, в частности, позволяют значительно расширить возможности поддержки принятия решений в условиях неопределенности, неполноты и противоречивости исходной информации [16].

Традиционные методы управления, включая некоторые виды интеллектуального управления основаны на предположении, что модели состояния и управления объекта точно описывают его поведение. Методы, основанные на этом предположении, входят в классическую теорию управления. Однако в условиях увеличения объемов, роста неструктурированной информации и воздействия внешней среды – характерны отклонения от этого условия. Практически любая модель представляет собой упрощенное описание реального объекта, его состояния и его поведения. Степень упрощения может быть допустимой или создавать неопределенность [3].

В условиях значимой неопределенности классические методы теории управления оказываются неприменимыми или дают неудовлетворительные результаты. В этих случаях необходимо применение специальных методов анализа и синтеза систем управления объектами с неопределенными моделями (рисунок 5). Первым этапом является оценка значения неопределенности.

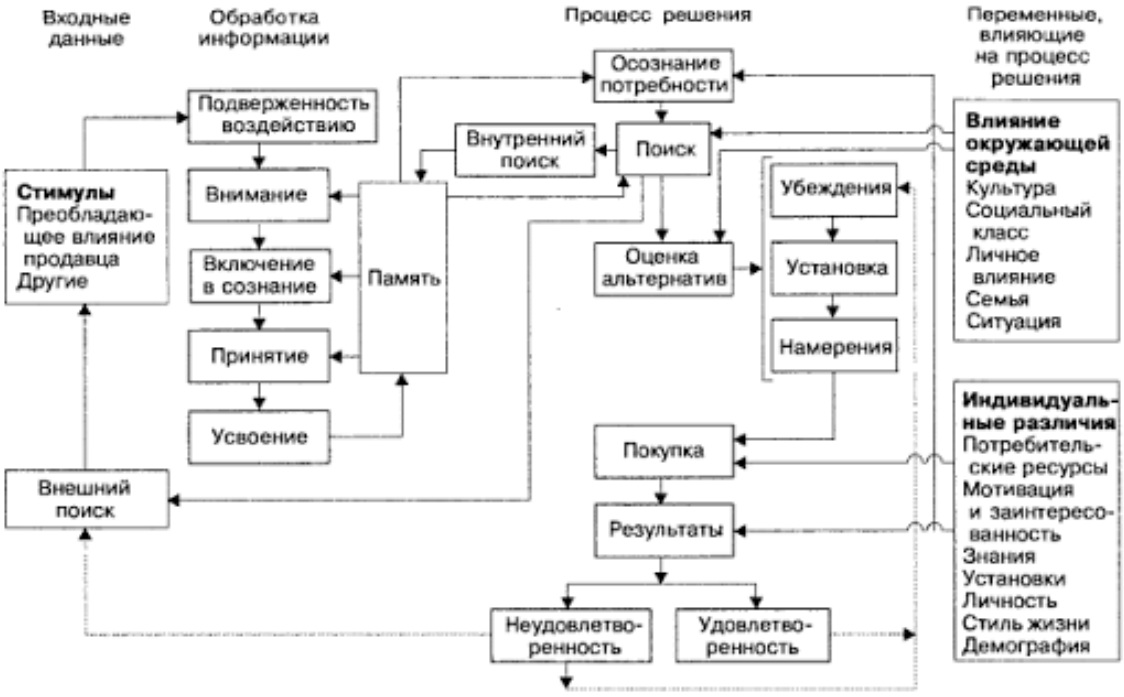


Рисунок 5 – Принятие потребительских решений

Выделяют основные типы неопределенностей управленческих моделей: параметрическая, функциональная, структурная и сигнальная. Параметрическая неопределенность означает, что неизвестными или неточно определенными являются постоянные параметры модели. Например, вместо точечных значений имеют место интервальные значения. При переходе к информаци-

онно измерительным системам можно говорить об отсутствии информационной определенности параметров. Поэтому во многих случаях реальные значения параметров могут существенно отличаться от принятых номинальных

Функциональная неопределенность означает, что функциональная модель объекта либо не адекватно описывает его функции, либо содержит неучтенные функциональные зависимости (чаще всего зацикливание или паразитические обратные связи).

Структурная неопределенность означает, что структура модели управления или структура объекта управления. структура взаимодействия объекта управления со внешней средой - является неточно установленной. При известной структуре неопределенность отношения между элементами структуры плохо определена. При известной структуре неопределенность плохо согласована информационными потоками для данной структуры, то есть отсутствует информационное соответствие между потоками и структурой. Структурная неопределенность может приводить к наличию у объекта паразитной динамики. Сигнальная неопределенность означает, что на управленческое воздействие или информационные потоки в системе управления воздействуют помехи существенно изменяющие номинальные сигналы. Такие сигналы, отклоняющие процесс управления от номинального значения, называют возмущениями или помехами. Различие в том, что помеха пассивна и меняет только отношение сигнал/шум. Возмущение меняет сигнал при той же помехе. Современные системы интеллектуального управления должны обеспечивать автономную работу множества связанных технических объектов. Это дает основание говорить об интеллектуальной системе управления (ИСУ). Интеллектуальная система должна решать сложные задачи, включая планирование, целеполагание и прогнозирование. Для универсальности, адаптации и точности решений целесообразно применение многоцелевого интеллектуального управления.

Многоуровневая архитектура интеллектуальной системы управления состоит из 3 уровней: концептуального, информационного и операционного (рисунок 1). Система, построенная по такой архитектуре, управляет поведением сложных технических объектов в условиях автономного и коллективного взаимодействия. Концептуальный уровень является ответственным за реализацию высших интеллектуальных функций

На концептуальном уровне используется семиотическое (знаковое) представление знаний и осуществляется обмен сообщениями с остальными уровнями. Информационный и операционный уровни содержат модули, поддерживающие разные интеллектуальные и информационные процедуры и трансформирующие их в управление.

Основной задачей управления на концептуальном уровне является хранение, приобретение и использование концептуальных знаний, представленных в семиотическом (символьном) виде. Составная динамическая си-

стема: $W = \{FS_i, MF_{si}\}$ включает 2 компонента: статический FS_i, который определяет систему знаков и динамический MF_{si}, который определяет систему правил (рисунок 6).

Приобретение знаний основывается на модели реальной ситуации системы управления во внешней среде. К высшим интеллектуальным функциям относят функции постановки главной цели и подцелей, планирования поведения и распределения воздействий в общем плане действий. На информационном уровне управления решаются задачи информационного моделирования, основными из которых являются: построение информационной ситуации [4], информационной позиции [8], которые соответствуют компоненте FS_i. На информационном уровне управления решаются задачи построения информационной конструкции [6], которая является отражением системы правил концептуального уровня и соответствует компоненте MF_{si}. Языковая среда семиотического управления на информационном уровне реализуется применением различных информационных единиц, которые служат основой построения информационных ситуации, позиции и конструкции.

На операционном (исполнительном) уровне происходит реализация управленческих решений (управленческих воздействий). Управленческие воздействия в обязательном порядке меняют информационную позицию объекта управления. Управленческие воздействия могут менять, если это необходимо, информационную ситуацию объекта управления. В то же время менять информационную ситуацию, чаще всего, нет необходимости. Основной задачей этого уровня изменение состояния и позиции объекта управления и сообщение об изменениях на концептуальный уровень.

Многоуровневая архитектура имеет ряд особенностей. Она включает в себя ряд когнитивных функций человека. Она опирается на использование информационного подхода к интеллектуальному управлению.

Следует отметить различие между интеллектуальными и информационными технологиями. Информационные технологии выполняют функции поддержки интеллектуального управления. Основную роль играют интеллектуальные технологии принятия решений. Они дают возможность наряду с решением или в ходе получения решения осуществлять поиск новых знаний и накопления интеллектуальных ресурсов. Обычно возможности ИКТ создают только информационные ресурсы. Это означает, что знания, формализованные в явном виде, будучи освоенными, могут стать частью опыта и частью базы знаний и быть использованы им для решения задач и принятия решений.

Таким образом, интеллектуальное управление эффективно и необходимо при управлении сложными объектами, для которых трудно или невозможно найти формальные модели функционирования (рисунок 7).

Основой интеллектуального управления являются семиотические модели [26, 28] в первую очередь и информационные во вторую. Методы интел-

лектуального управления разнообразны и применимы к техническим, когнитивным и транспортным системам [5, 7, 16]. Интеллектуальное управление широко применяют для многоцелевого управления [13].

Современное интеллектуальное управление интегрируют в облачные платформы и сервисы [15]. При управлении распределенными организациями и корпорациями возникает необходимость учета пространственных отношений и пространственных знаний. Еще одной проблемой является ограниченное количество интеллектуальных технологий работы с неявными знаниями.

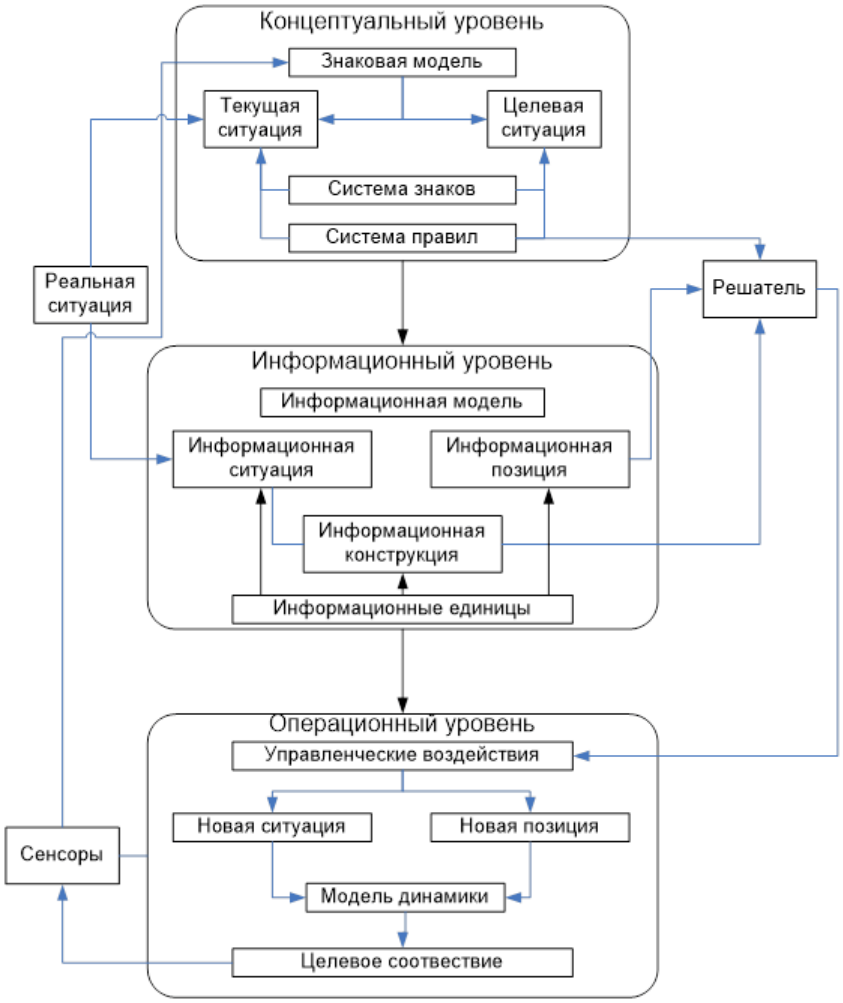


Рисунок 6 - Многоуровневое интеллектуальное управление



Рисунок 7 – Функциональная схема интеллектуальной СУ
и ее цифровым двойником

Технически проблема управления знаниями связана трансформацией информационных ресурсов в интеллектуальны ресурсы и их применением их в интеллектуальных технологиях.

Список использованных источников:

1. Цветков В. Я. Когнитивное управление. Монография - М.: МАКС Пресс, 2017. – 72 с.

2. Tsvetkov V. Ya. Intelligent control technology. // Russian Journal of Sociology, 2015, Vol. (2), Is. 2. - p. 97-104.

3. Цветков В. Я. Информационная неопределенность и определенность в науках об информации // Информационные технологии. - 2015. - №1. - с.3-7.

4. Tsvetkov V. Ya. Dichotomic Assessment of Information Situations and Information Superiority // European researcher. Series A. 2014, Vol.(86), № 11-1, pp.1901-1909.

5. Пугачев И. Н., Маркелов Г. Я. Интеллектуальное управление транспортными системами городов // Транспорт и сервис: сб. науч. трудов. – Калининград: Изд-во имени И. Канта. – 2014. – №. 2. – С. 58-66.

6. Tsvetkov V. Ya. Information Constructions // European Journal of Technology and Design. -2014, Vol (5), № 3. - p. 147-152.

7. Снитюк В. Е., Юрченко К. Н. Интеллектуальное управление оцениванием знаний //ВЕ Снитюк, КН Юрченко. − Черкассы. – 2013.

8. Tsvetkov V. Ya. Information Situation and Information Position as a Management Tool // European researcher. Series A. 2012, Vol.(36), 12-1, p. 2166 – 2170.

9. Цветков В. Я. Информационное управление. - LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Germany 2012 - 201 с.

10. McAfee A., Brynjolfsson E. Big data: the management revolution //Harvard business review. – 2012. – №. 90. – С. 60-6, 68, 128.

Кульмамиров С. А., и. о. доцента,
к.т.н., академик МАИН,

Кривозубов П., специалист-инженер,
Есильский университет,

ОРГАНИЗАЦИЯ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА К ЦИФРОВЫМ ПЛАТФОРМАМ NI ЧЕРЕЗ ВИРТУАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Аннотация: Проведен обзор состояния технических средств обучения, и современных моделирующих и проектирующих программ цифровой технологии NI для их эксплуатации в удаленном режиме. Поиск возможных путей реализации такой цели привели к обсуждению новых эффективных форм и средств организации лабораторного и исследовательского практикума, выбору наиболее адаптированных из них в образовательную среду университета, и их интеграции в программно-технический комплекс.

Ключевые слова: виртуальный прибор, учебно-исследовательский комплекс, АЦП, ЦАП, National Instruments, LabVIEW, программируемые цифровые устройства.

Аңдатпа: NI цифрлық технологиялық оқу жабдықтарының және оларды қашықтан басқаруға арналған заманауи модельдеу және жобалау бағдарламаларының қазіргі жағдайына шолу жүргізілді. Бұл мақсатқа жетудің мүмкін жолдарын іздеу зертханалық және зерттеу практикалық сабақтарын ұйымдастырудың жаңа, тиімді формалары мен құралдарын талқылауға, университеттің білім беру ортасына ең қолайлыларын таңдауға және оларды бірыңғай бағдарламалық- аппараттық жүйеге біріктіруге әкелді.

Кілт сөздер: виртуалды құрал, білім беру және зерттеу жүйесі, ADC, DAC, National Instruments, LabVIEW, бағдарламаланатын цифрлық құрылғылар.

Abstract: A review of the current state of NI digital technology training equipment and modern simulation and design programs for their remote operation was conducted. A search for possible ways to achieve this goal led to a discussion of new, effective forms and means of organizing laboratory and research practical training, selecting the most suitable ones for the university's educational environment, and integrating them into a unified software and hardware system.

Keywords: virtual instrument, educational and research system, ADC, DAC, National Instruments, LabVIEW, programmable digital devices.

В статье обсуждены новые эффективные формы и средства организации лабораторных исследований, выбору наиболее адаптированных из них в среду аккредитованных ОП в отрасли ИКТ, их интеграции в единый программно-технический комплекс.

Важным этапом эффективного предоставления образовательных услуг через реализацию ОП в учебный процесс университета является физический эксперимент или практические исследования, стимулирующие активную по-

знавательную деятельность и творческий подход к получению знаний обучающимися. При традиционных формах применения образовательного процесса такая возможность реализуется в ходе выполнения требуемых ОП нормативами по выполнению лабораторных работ или практических занятий.

Однако существует проблема ограниченности доступа обучающихся к наиболее интересному и уникальному оборудованию, техническим устройствам (сейчас особенно бурно развивающимся цифровым изделиям), научным и технологическим экспериментам, которые подчас представляют наибольший интерес и стимулируют получения знаний. Даже в пределах нашего университета массовый доступ к уникальному учебному оборудованию представляет определенную проблему. Одним из путей решения данной проблемы может стать возможность активного использования онлайн эксперимента в единой информационно-коммуникационной обучающей среде. К примеру, такой подход особенно активно используются в технических университетах Российской Федерации (гг. Омск, Томск и Новосибирск) [1].

Ключевой особенностью, отличающей физический эксперимент от других способов получения знаний, является процесс получения и обработки экспериментальных данных - количественных характеристик реальных физических величин, определяющих поведение исследуемого цифрового устройства, процесса или явления, подтверждающих или опровергающих сформулированные целевые функции проведения эксперимента.

В области ИКТ, как разновидность физического эксперимента, можно выделить обучающий физический эксперимент проверки или диагностики работы цифровых устройств, ставящий целью отработку основных приемов и технологий планирования и проведения эксперимента, включая его основные этапы: формулировка цели практической работы и задач исследований, определение способов и методов достижения цели, используемое оборудование и технологии.

В условиях дистанционного обучения традиционные формы лабораторного практикума дополняются виртуальной лабораторией, использующей технологию имитационного математического моделирования физического эксперимента с привлечением аппаратно-программных (технических) средств, компьютерной графики и анимации для достижения эффективного интерактивного взаимодействия пользователя (обучаемого, экспериментатора) со средой моделирования [2].

Составной частью понятия «виртуальная лаборатория» является распространенное техническое понятие виртуального инструмента – набора аппаратных и программных средств, добавленных к обычному компьютеру таким образом, что пользователь получает возможность взаимодействовать с компьютером как со специально разработанным для него обычным электронно-измерительным прибором. Существенная часть виртуального инструмента и виртуальной лаборатории – эффективный графический интерфейс пользователя, то есть программный инструментарий с развитой системой графического

меню в виде наглядных графических образов привычной предметной области пользователя, обеспечивающий удобный интерактивный режим его взаимодействия с компьютером. Работая с виртуальным инструментом через графический интерфейс, пользователь на экране монитора видит привычную переднюю панель, имитирующую реальную панель управления прибора [3].

В такой постановке современного подхода создания интегрированных учебно-исследовательских комплексов (УИК) по дисциплинам ОП специальностей ИКТ в настоящее время лидирует среда графического программирования LabVIEW.

Для создания лабораторных практикумов удаленного доступа требуется обеспечить удаленный мониторинг и супервизорное управление, используя корпоративную сеть или Интернет. Для обучающегося также важно, чтобы такое расширение не приводило к значительному увеличению объема работ по программированию и стоимости системы. Реализовать такую функцию можно, используя технологию преобразования управляющих приложений в HTML документы, которые могут быть опубликованы в локальной сети или Интернет. В этом случае компьютер, подключенный к аппаратуре ввода/вывода, становится сервером данных, а удаленные рабочие станции играют роль клиентов. При этом специализированное ПО исполняется только на серверной платформе, а клиенты используют офисные средства Web-браузеров [4].

Оптимальным решением для создания лабораторных практикумов удаленного доступа является графическая программная технология, полностью реализованная в среде LabVIEW, являющаяся графической альтернативой обычному программированию - позволяет решать те же проблемы, что и обычные системы текстового программирования, плюс проблемы создания систем сбора данных, мониторинга, испытаний, измерений сигналов и управления. С помощью LabVIEW можно создавать виртуальные приборы (ВП) вместо написания традиционных текстовых программ. При использовании ВП имеется возможность обмениваться данными с другими программами на компьютере в среде Интернет [5].

Общеизвестно, что в среде LabVIEW предоставлены большие возможности для реализации обмена данными через сеть TCP/IP. Основой для передачи данных служит Web-сервер и инструмент WEB Publishing Tool, которые входят в любой из вариантов поставки LabVIEW. Веб-сервер LabVIEW генерирует HTML документы, публикует изображения передней панели в Интернете путем встраивания ВП в веб-страницу. Бакалаврам доступны возможности разграничения доступа браузеров к публикуемым передним панелям и назначения элементов управления и индикации, которые будут видимы в Интернете.

Преподаватели кафедр факультета Прикладных наук Есильского университета в настоящее время проводят научно-исследовательские взыскания по разработке УИК, востребованных в свете реализации аккредитованных ОП

специальностей ИКТ. Имеющиеся результаты проведенных исследований показывает, что тенденция развития материально-технической (лабораторной) базы университета направляется в сторону всеобщего развития цифровой (микропроцессорной или ПЛИС) технологии.

Основное внимание уделяется проблемам создания измерительных компьютеризированных комплексов для изучения реальных устройств (или малогабаритных физических моделей этих объектов), а также проблематике виртуального оборудования и лабораторных стендов. Однако, как показывает практика дальнейшего развития образования стран СНГ, полная виртуализация учебного процесса либо абсолютный отказ от виртуальных технологий приводят к негативным результатам. Поэтому для системы образования Республики Казахстан востребованы сбалансированные и тщательно продуманные подходы к использованию передовых технологий в учебном процессе.

Можно смело констатировать факт о том, что существуют различные возможности работы обучающихся в удаленном режиме:

- дистанционное наблюдение (мониторинг) - процессы, происходящие в учебной лаборатории, это наблюдаются через веб-браузер. При этом отсутствует обратная связь, и нет возможности вмешиваться в управление происходящим процессом в исследуемом цифровом устройстве;

- дистанционное управление - появляется возможность изменять данные, управлять процессами, изменять динамику или форму наблюдаемого сигнала, отправлять сообщения в исследовательскую лабораторию;

- совместная работа - возможна работа сразу нескольких экспериментаторов с одним ВП, которые могут совместно создавать отчеты и общаться между собой [5].

В качестве примера возьмем использование аппаратуры ввода/вывода, т. е. регистрации данных с цифрового устройства (рисунок 1). Здесь приведена лицевая панель лабораторной работы «Измерение температуры камеры с помощью платформы реального времени NI Compact RIO». Целью такой лабораторной работы является изучение особенностей программирования в среде LabVIEW систем реального времени, общих принципов управления удаленными устройствами, которые находятся на расстоянии. При этом доступ к оборудованию, программирование протекающих процессов и управление значениями параметров осуществляются через Интернет.

Цифровая платформа Compact RIO считывает показания с термопары и управляет включением или выключением вентилятора и нагревателя. Данные, полученные в режиме реального времени, передаются на лицевую панель, которую и наблюдает экспериментатор, находящийся на любом удалении от места проведения эксперимента. При этом он может задавать интервал температур, время опроса, то есть управлять программой, функционирующей в среде Compact RIO.



Рисунок 1 - LabVIEW-версия лицевой панели лабораторной работы «Измерение температуры камеры на платформе Compact RIO»

На рисунке 2 приведена лицевая панель полностью реализованной виртуальной работы по дисциплине «Теория электрических цепей». Полученные результаты показывает реально выполненный пример выполненной работы обучающегося, находящийся в общежитии университета, и наладивший контакт с учебной лабораторией «NI LabVIEW» Цифровой аллей университета через Интернет.

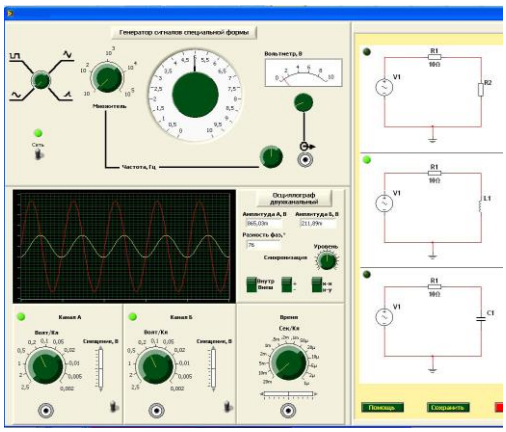


Рисунок 2 - Лицевая панель лабораторной работы дисциплины «Теория цепей»

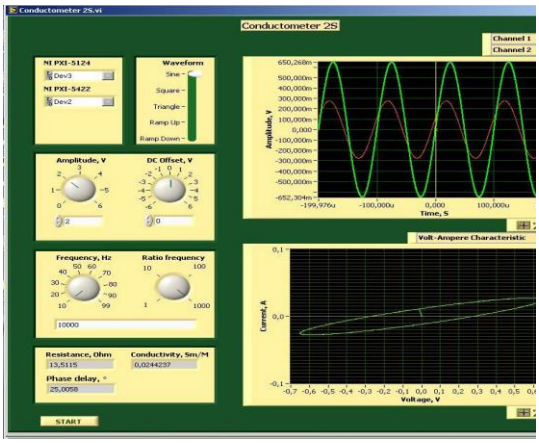


Рисунок 3 - Лицевая панель работы «Измерение электропроводности электролита»

Цель выполнения такой работы с удаленным доступом в учебную лабораторию – это исследование формы реакции (отклика) резистивных, емкостных и индуктивных элементов на воздействие произвольной формы. Во время выполнения лабораторного практикума симулируется работа генератора сигналов специальной формы, обучающийся в удаленном режиме может управлять частотой, амплитудой и формой сигнала и с помощью виртуального двухканального осциллографа может исследовать воздействия на резистивную, индуктивную, и емкостную цепочку.

Приведем еще пример, когда лицевая панель выполняемой работы «Измерение электропроводности электролита» является удачным способом использования реального оборудования в удаленном учебном лаборатории (рисунок 3). Удаленный пользователь управляет модулем генератора сигналов NI PXI-5422, формируя воздействия на исследуемое цифровое устройство. С помощью модуля осциллографа NI PXI-5124 осуществляется измерение отклика, результаты измерений выводятся на экран в графическом виде.

Такая виртуальная лаборатория и входящие в нее лабораторные практикумы удаленного доступа будут составлять аппаратно-программный инструментарий, используемый в качестве объектно-ориентированной информационной среды для эффективного интерактивного обучения обучающихся.

Использование цифровой технологий NI и программной среды LabVIEW для разработки лабораторных практикумов удаленного доступа позволяет обучающимся, расположенному на любом расстоянии от учебной лаборатории, в интерактивном режиме оперативно управлять через веб-браузер реальным или виртуальным оборудованием, наблюдать и исполнять эксперименты различного уровня сложности.

Важными преимуществами применения технологий NI являются возможность наглядной имитации реального эксперимента и управления практически любым физическим (реальным) прибором для выполнения измерений.

Таким образом, в статье описаны новые эффективные формы и средства организации лабораторного практикума, выбору наиболее адаптированных из них в образовательную среду, их интеграции в единый программно-технический комплекс. Важным этапом эффективного предоставления образовательных услуг через реализацию аккредитованных ОП в области ИКТ является физический эксперимент или практические исследования, стимулирующие активную познавательную деятельность и творческий подход к получению знаний обучающихся.

Список использованных источников:

1. Кульмамиров С. А. Современный учебно-лабораторный комплекс по радиотехнике, электронике и телекоммуникации. Учебно-методическое пособие. - Астана: ЕНУ им. Л. Н. Гумилева. – 2013. – 24 с.

2. Кульмамиров С. А., Карбаев Н. К. Формирование профессиональной компетенции бакалавра через инновационный учебно-исследовательский комплекс по электронике. Вестник ЕНУ. Астана. - 2013 - 36 с.

3. Виртуальный практикум – режим доступа: http://www.distance-learning.ru/db/el/EB77D06B14773B11C3256C5B0057C877/do c.html.

4. Патрахин В. А. Технология публикации приложений LabVIEW в Интернет // Журнал Пикад. – 2004. – № 3. – С. 28–30.

5. С. В. Муравьев, В. Л. Ким, А. В. Комаров, В. В. Октябрьский, Сарычев С. В. Цифровые лабораторные работы на основе графической программной технологии // Датчики и системы, № 10, 2000, с. 23-31.

Кульмамиров С. А., и.о. доцента,
к.т.н., академик МАИН,
Мухиядин А. У., доктор PhD, доцент,
Есильский университет, Астана.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СРЕДЕ BPMN

Аннотация: В статье описывается новый способ моделирования потоков данных, ресурсов и документов информационных систем на диаграммах среды BPMN как программный продукт приложения Business Studio 5. Предложенный способ является крайне важным с точки зрения создания моделей хранилищ данных «как есть», позволяющих увидеть, как реально выполняется процесс, зафиксировать возникающие задержки в движении потока данных. Также сформулированы рекомендации по проведению мероприятий по оптимизации и цифровой трансформации хранилища данных.

Ключевые слова: поток данных, хранилище данных, ресурсы, ИС, BPMN, диаграмма, модель, информационный процесс, цифровая трансформация.

Аңдатпа: Бұл мақалада Business Studio 5 қосымшасының бағдарламалық өнімі ретінде BPMN диаграммаларын пайдалана отырып, ақпараттық жүйелердегі деректер ағындарын, ресурстарын және құжаттарын модельдеудің жаңа әдісі сипатталған. Ұсынылған әдіс «қазіргі қалпында» деректер қоймасы модельдерін жасау үшін өте маңызды, бұл процестің қалай жұмыс істейтінін көруге және деректер ағынындағы кез келген кідірістерді анықтауға мүмкіндік береді. Деректер қоймалары үшін оңтайландыру және цифрлық трансформация шараларын енгізу бойынша ұсыныстар да берілген.

Кілт сөздер: деректер ағыны, деректер қоймасы, ресурстар, ақпараттық жүйе, BPMN, диаграмма, модель, ақпараттық процесс, цифрлық трансформация.

Abstract: This article describes a new method for modeling data flows, resources, and documents in information systems using BPMN diagrams as a software product of the Business Studio 5 application. The proposed method is crucial for creating "as is" data warehouse models, allowing one to see how a process actually operates and identify any delays in data flow. Recommendations for implementing optimization and digital transformation measures for data warehouses are also provided.

Keywords: data flow, data warehouse, resources, information system, BPMN, diagram, model, information process, digital transformation.

В настоящее время моделирование бизнес-процессов в среде BPMN является одним из инструментов, используемых в компаниях для понимания процессов «как есть», разработки мероприятий по их оптимизации или цифровизации, формирования регламентирующих документов. Многие компании используют для описания бизнес-процессов современный программное приложение Business Studio 5.

Участие в большом количестве проектов, в которых выполнялось моделирование бизнес-процессов в среде BPMN через Business Studio, а также проведение аудита качества схем бизнес-процессов различных организаций, позволило сделать следующие выводы [1]:

- уровень знаний и компетенций по использованию нотации BPMN, к сожалению, всё еще довольно низкий - при моделировании сотрудники допускают много формальных и содержательных ошибок, что делает схемы непригодными для анализа и оптимизации бизнес-процессов;

- функциональные возможности Business Studio используются не в полной мере;

- в организациях отсутствует подробная и качественная методика формирования моделей бизнес-процессов, например, в виде «Соглашения по моделированию».

Важно отметить, что BPMN не предназначена для адекватного моделирования потоков информации и межпроцессного взаимодействия бизнес-процессов с точки зрения отображения входов / выходов. Этот факт является существенным ограничением. Но проблема может быть решена с использованием функциональных возможностей приложения Business Studio.

Представленный способ моделирования в BPMN предназначен для работы с приложением Business Studio. В случае применения других приложений данный способ должен быть скорректирован с учетом функциональных возможностей соответствующей информационной системы.

Перед тем, как заниматься моделированием бизнес-процессов «как есть», важно определить точку зрения реализации бизнес-процесса и цель работы по их моделированию.

1) Точка зрения – руководитель 1-2 уровня организации, заинтересованный в оптимизации и цифровизации бизнес-процесса. Нужно обращать внимание, что точка зрения, например, ИТ-специалиста, ответственного за внедрение какой-либо информационной системы (ERP, ЭДО, CRM) может существенно отличаться от точки зрения руководителя, то есть от точки зрения «бизнеса руководителя».

2) Цель – получение модели бизнес-процесса «как есть», содержащей всю полноту информации о процессе в виде графической схемы.

При описании схемы бизнес-процесса в BPMN в приложении Business Studio 5, схема должна содержать [2]:

1) потоки информации (документов);

2) статусы информации (документов) с точки зрения их жизненного цикла и формы представления;

3) используемые информационные системы (программные продукты);

4) используемые для хранения информации (документов) ресурсы («хранилища данных»);

5) информацию в взаимодействии процессов по входам и выходам.

Рассмотрим пример, как можно решить указанную задачу средствами Business Studio 5. На рисунке 1 представлена простейшая схема подготовки, согласования и утверждения некоторого документа «Х». Это, можно сказать, «голый» поток работы (Work Flow).

Есть ли, например, организация образования, которая ТАК моделируют процессы? Как это ни странно, да, есть. Это наблюдается в университетах национального уровня РК. Отсутствие возвратов (после согласования и утверждения) и полное отсутствие информации ил документов объясняют желанием «упростить» схему и сделать ее «наглядной» для бизнес-пользователей. При этом информацию «о действиях в случае отклонений» выносят в приложения к нормативному документу, а входы и выходы прописывают вручную прямо в самом проекте регламента, а не выгружают автоматически из Business Studio. Использование такого «ручного» труда, на мой взгляд, сродни применением лазерных телевизоров на поточных лекциях, которых потом не включают в розетку, проводят лекции с изложением прямо на пишущей мелом доске вручную.

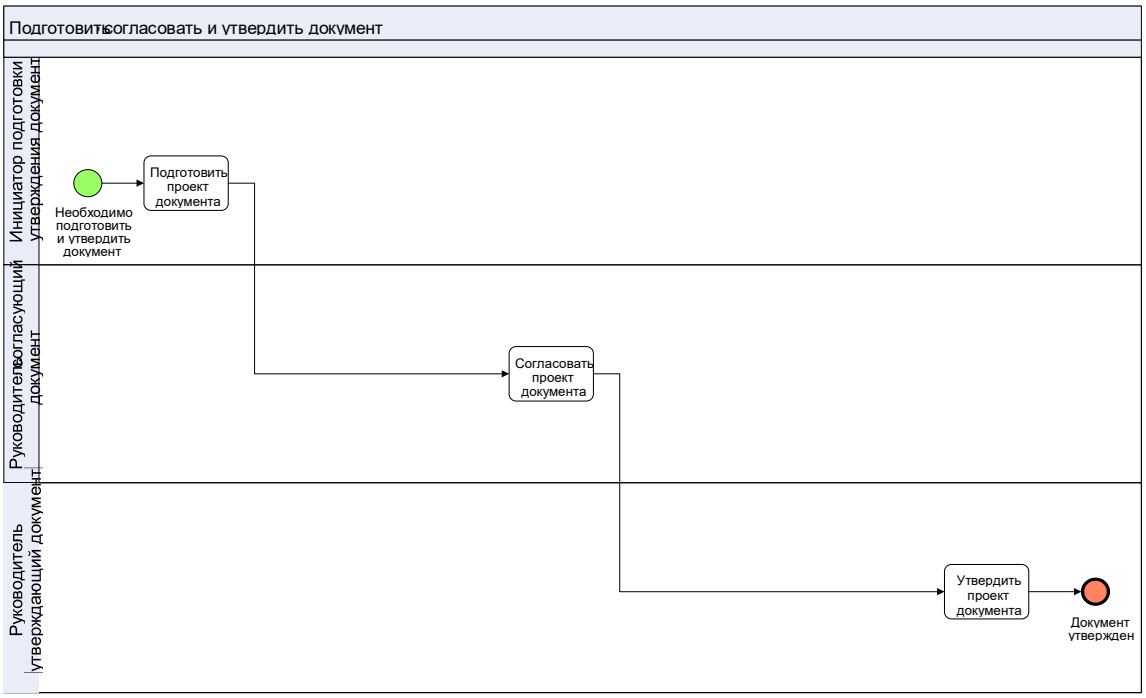


Рисунок 1 - «Голый» поток работы

В целом, схема типа «голое Work Flow» не дает практически никаких ответов на вопрос, как реально устроен бизнес-процесс, и какие при его исполнении возникают проблемы. С аналитической точки зрения, ценность подобной модели бизнес-процесса весьма низкая [3].

Что можно сделать с такой схемой? Прежде всего, отобразить реальный поток работы – возвраты после согласований. На рисунке 2 показана схема с шлюзами, которые нужны, чтобы показать возвраты после согласования в случае, если есть замечания или корректировки к разработке документа.

Сами шлюзы не именованы. Переходы после них – да. Это удобнее, чем именовать как-то шлюз, а потом на стрелках писать «Да» и «Нет». Дело в том, что сам вопрос на шлюзе может быть сформулирована так, что понять эти «Да» и «Нет» не будет никакой возможности без привлечения автора схемы, который уже не работает в университете.

На рисунке 2 показано 2 шлюза на ветвление потоков и один шлюз на объединение потоков («возвратный»). Рекомендуется всегда использовать возвратные шлюзы, поскольку это делает схему нагляднее и снижает вероятность допустить логические ошибки. Наличие на схеме шлюзов и возвратов делает схему «исполняемой» или ее можно выполнить при определенных условиях. Но схема рисунке 2 не содержит информацию о том, какая информация нужна для подготовки разрабатываемого документа и как движется документ между задачами процесса: в какой форме и посредством ресурсов (хранилищ).

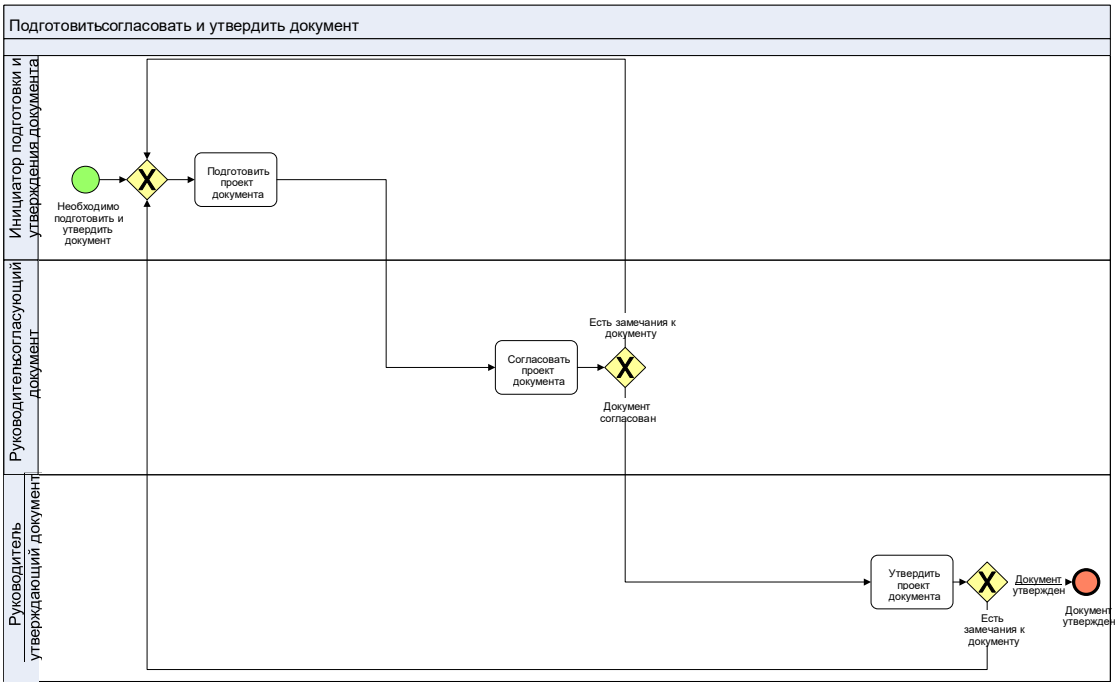


Рисунок 2 - Поток работы с возвратами

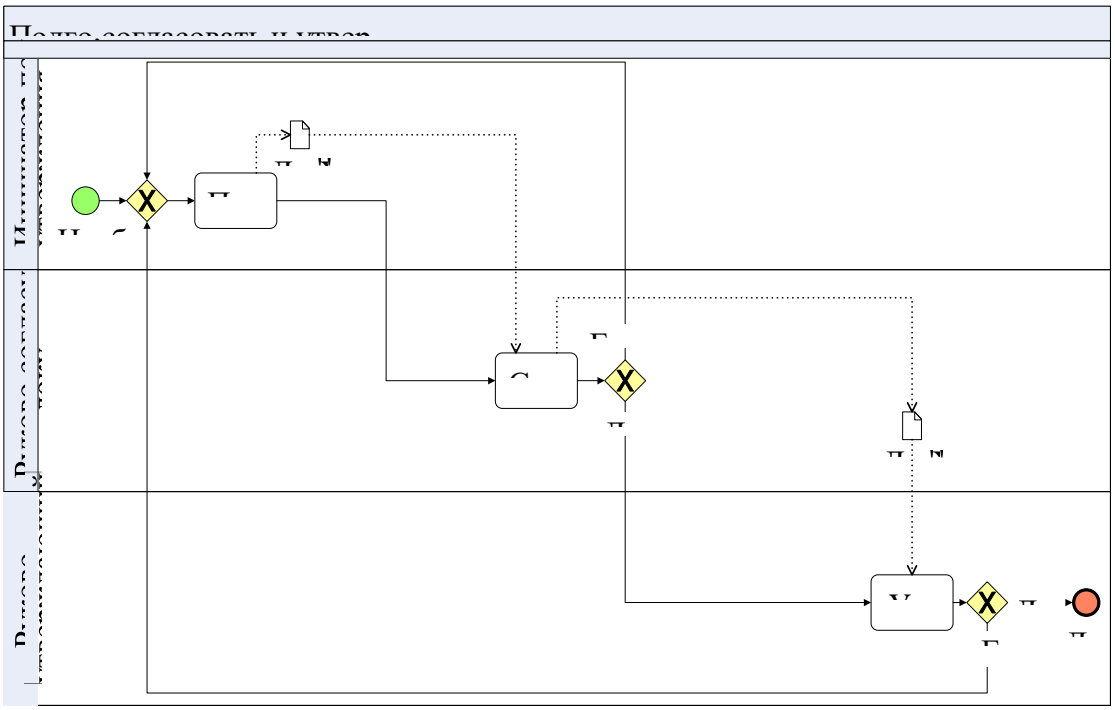


Рисунок 3 - Поток документов

Далее на рисунке 3 показана схема с потоком документов: с движением одного документа (частный случай в рамках данного примера). Для того, чтобы показать это движение, использована пунктирная стрелка типа «association» (термин среды BPMN).

Если смотреть на схему непредвзято, с точки зрения здравого смысла, то можно задаться вопросом: «Дает ли наличие таких стрелок и значков «Документ “X”» какую-то дополнительную аналитическую информацию?». Скорее «Нет», чем «Да». Но лишней работы по моделированию это добавляет точно. Возникает вопрос: «А может тогда лучше вообще не показывать эти документы»? Бизнес-аналитики многих казахстанских университетов, которые моделируют движение университетских документов на таком абстрактном уровне, что постепенно вообще отказываются от визуализации документов на схемах.

Обычно в проектах принципиально не используется справочник «Бумажные документы», только «электронные документы», чтобы не дублировать сущности. Так же не используется справочник «Информация». Почему? Любая информация в образовании, даже неструктурированное письмо по e-mail или сообщение по WhatsApp, может рассматриваться в качестве документа. Если в Business Studio одновременно использовать справочник «Электронные документы» и «Информация», то может возникнуть ненужная путаница [4].

С точки зрения анализа реального процесса «как есть» схема опять неполна (рисунок 3) и не может быть эффективно использована. На рисунке 4 показаны статусы документов. Например, после задачи «Подготовить проект

документа» Документ «Х» имеет статусы «Проект» и «Word». Они указывают на то, что документ создан в формате «Word» и готов для согласования как «Проект». После задачи «Согласовать проект документа», Документ «Х» приобретает статусы «Несогласован» и «Word» или «Согласован» и 1С-ДО, то есть статусы определяются контекстно.

Использование статусов дает возможность сразу увидеть на схеме 2 важных вещи. Первое – это изменение документа в рамках его жизненного цикла. Второе – форма, в которой документ существует [5]. Это важно для понимания бизнес-процесса «как есть» и выявления возникающих при его выполнении проблем. Использование статусов документов (информации) дает важную информацию для анализа бизнес-процесса. Однако, мы не получаем ответа на вопрос: «Как именно передается документ от задачи к задаче?», посредством каких ресурсов осуществляется перемещение документа.

На рисунке 5 показаны объекты типа «База данных» для того, чтобы показать, посредством какого ресурса (среды, хранилища) осуществляется использование документа от задачи к задаче. Часто бизнес-аналитики технических университетов интерпретируют эти объекты как ПО. Это является некорректным при реализации бизнес-процесса.

На рисунке 5 показано, что Документ «Х» передается от задачи «Подготовить проект документа» к задаче «Согласовать проект документа» посредством электронной почты, то есть «временным прибежищем» для этого документа служит e-mail. Например, многие наши национальные университеты умудряются до 80% всех рабочих документов хранить в электронной почте, что является проблемой (путаница в версиях документов, долгий поиск, перегрузка университетского сервера, риск потери важной информации). Если схема бизнес-процесса предназначена для анализа, то становится важным показывать на ней, посредством каких ресурсов осуществляется передача документов (информации) от задачи к задаче.

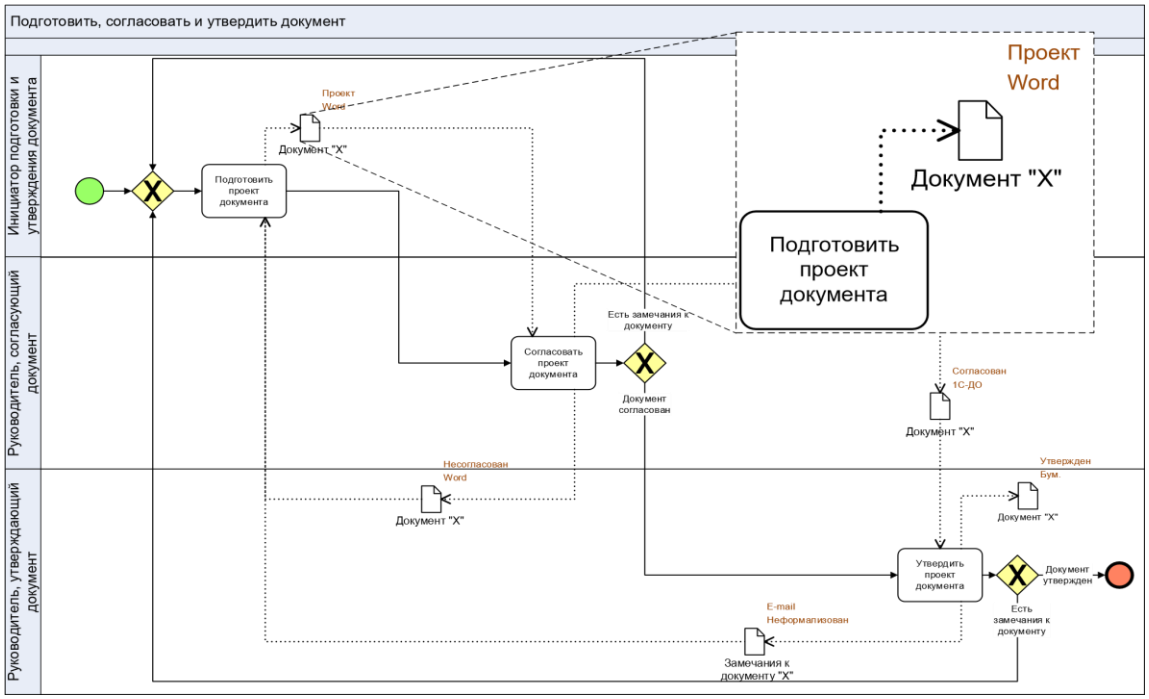


Рисунок 4 - Поток документов со статусами

Поэтому наличие ресурсов на схеме процесса не отвечает на вопрос, с использованием каких именно информационных систем выполняются задачи процесса. В приложении Business Studio есть 2 способа привязать используемую ИС к задаче процесса: через интерфейс или визуально на схеме. Если делать на схеме, то наименование соответствующей ИС попадает (после сохранения схемы) в список используемых ИС, которые можно посмотреть через свойства задачи.

Если сделать в обратной последовательности (сначала занести через интерфейс), то потом вывести на схему значок, символизирующий ПО. Рекомендуется применять визуальный способ представления информации в ИС на схеме бизнес-процесса, как показано на рисунке 6. Информационные системы берутся из справочника Business Studio «Программные продукты», который может быть структурирован.

В версии Business Studio 5 нельзя настроить визуальный размер и цвет значков выбранного типа один раз для всей рабочей базы. Это приходится делать вручную на каждой схеме. Поэтому делается значок ПО в виде четырехугольника, и он закрашивается в «фирменный цвет» рассматриваемой ИС (например, бухгалтерия 1С в желтый цвет).

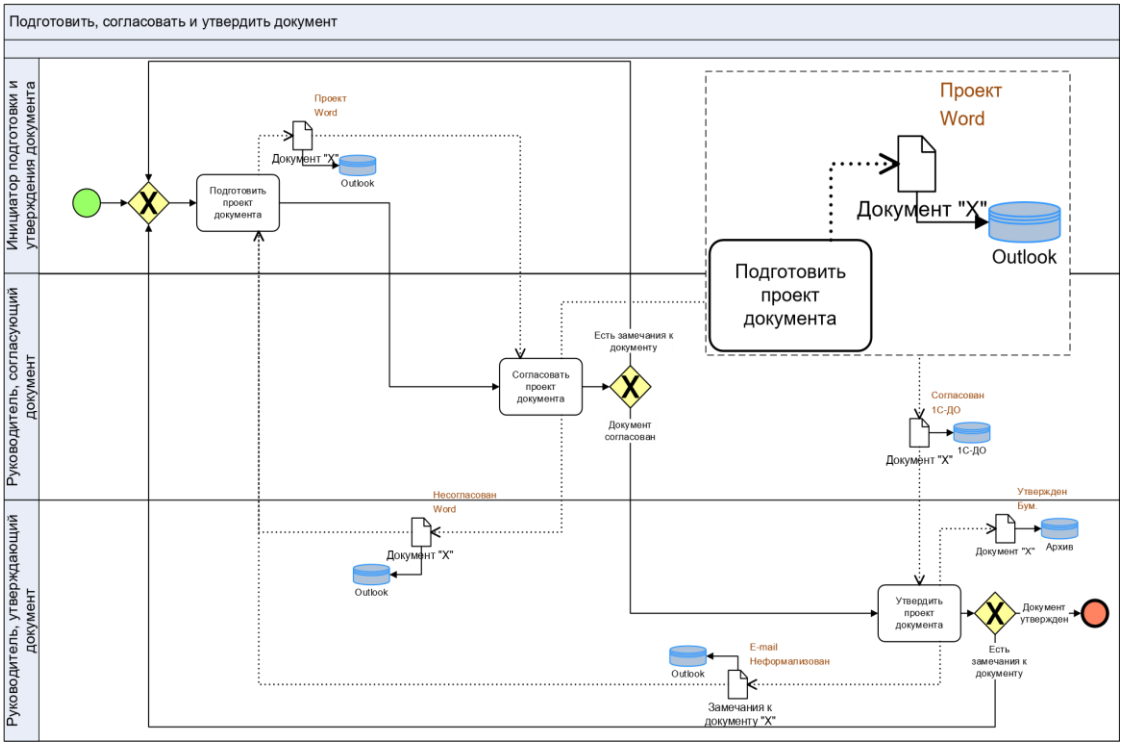


Рисунок 5 - Поток документов с ресурсами

Кафедральные ИС (программные продукты) связываются с задачами 2 различными видами входящих связей [6]:

- «Поддерживает» - в случае, если ИС используется сотрудником при выполнении задачи;

- «Выполняет» - в случае, если задача выполняется программным путем.

Показывать ИС на выходе задач процесса – нонсенс. Business Studio позволяет создать такую исходящую связь, но можно сказать, что это – методологическая бракованная продукция из первых версий ИС. Дело в том, что связь типа «Создает на выходе», которую можно использовать для документа, совершенно бессмысленна в отношении ПО. Задачи процесса их не создают.

Рассмотрим случай наличия разницы между кафедральными ИС и ресурсами университета? Почему недостаточно использовать что-то одно? На рисунке 6 видно, что для подготовки документа используется программа Word, а передается документ через электронную почту или чат. Значит представление ИС и ресурсов на схеме бизнес-процесса не дублирует друг друга, как может показаться на первый взгляд. Эти 2 аспекта дополняют друг друга и делают модель аналитически полной.

Зачем одновременно показывать на схеме ИС и статусы документов? Ведь и так «всё понятно»? Например, документ в виде Положения обучебном процессе университета может быть подготовлен в 1С, выгружен в Word и доработан вручную, а потом в виде скана в pdf отправлен клиенту через чат WhatsApp. В рассматриваемом здесь примере для выполнения задачи использовалось 3 программных продукта, но ресурсом (хранилищем), использованным для отправки документа, был чат WhatsApp. Ресурсами, используемыми

для хранения файлов Word и pdf, могли быть «PC» (жесткий диск компьютера преподавателя) или сервер университета.

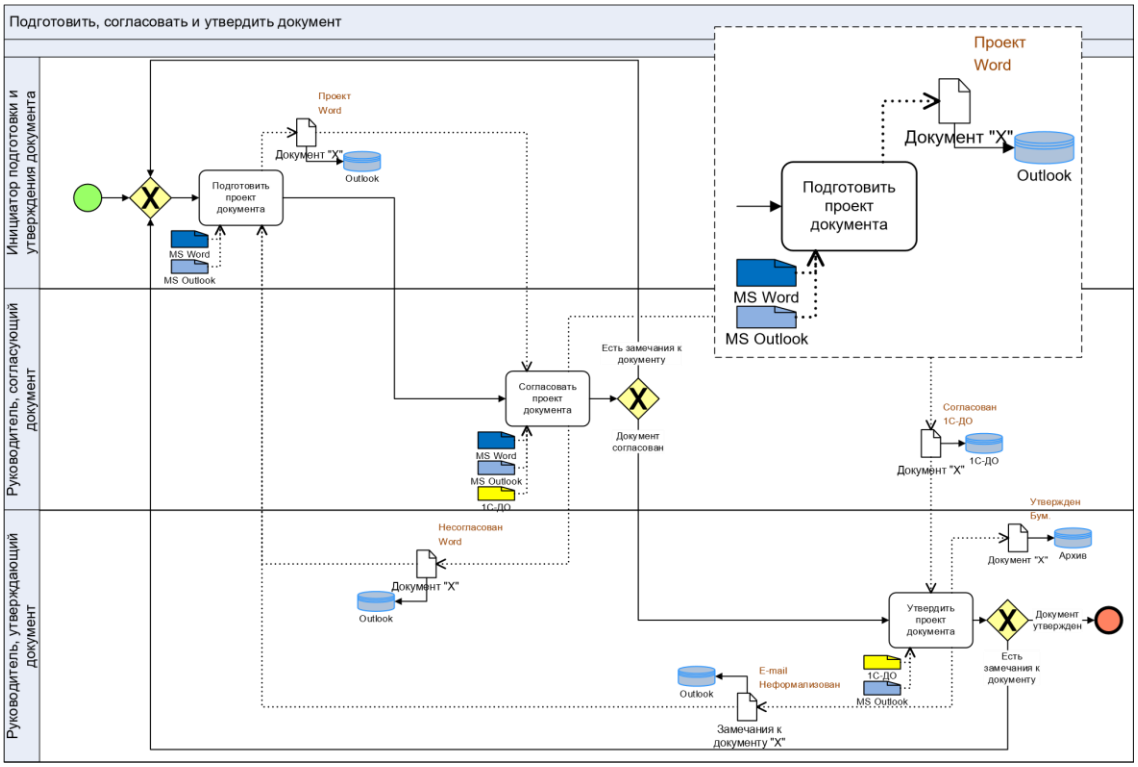


Рисунок 6 – Структура ИС университета

Тогда моделирование потоков документов (информации) будет не полным, если не показать взаимодействие между разными бизнес-процессами по входам и выходам схемы.

В среде BPMN в Business Studio 5 для решения этой задачи можно использовать конструкцию, показанную на рисунке 7. Связываем бизнес-процесс «Подготовить данные для проекта документа “X”» (свернутый пул) стрелкой типа «Message Flow» с задачей бизнес-процесса «Подготовить проект документа».

Такая связь в среде BPMN означает отправку и получение сообщения. По сути, это управляющее воздействие одного экземпляра процесса на другой экземпляр. Но в Business Studio сознательно идут на нарушение стандарта и интерпретирует такую связь просто – один бизнес-процесс поставляет на вход другого бизнес-процесса документы (информацию). Далее к стрелке «Message Flow» привязывается конкретный документ. На рисунке 7 это «Данные для подготовки документа “X”». Статус показывает, что это документ в формате Excel, а привязанная «База данных» показывает, что ресурсом (хранилищем) для этого документа служит файл-сервер университета.Таким образом, рассматриваемый контекст нужно читать так: «Бизнес-процесс «Подготовить данные для проекта документа “X”» когда-то в процессе своего выполнения создал файл Excel и положил его на файл-сервер. Через какое-то время процесс

«Подготовить, согласовать и утвердить документ» при выполнении задачи «Подготовить проект документа» обратился к файл-серверу и взял оттуда этот документ.

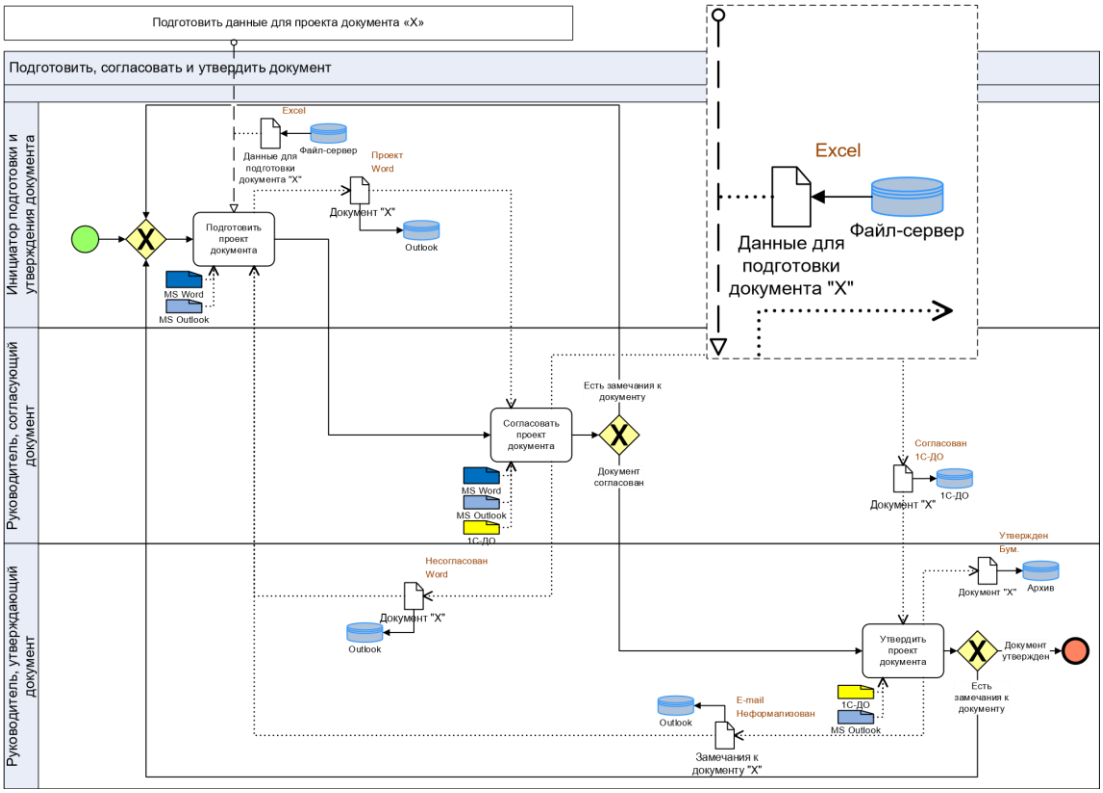


Рисунок 7 - Взаимодействие между бизнес-процессами по входам и выходам

С точки зрения анализа и оптимизации бизнес-процессов крайне важно понимать, как взаимодействуют процессы по принципу «Поставщик-Клиент». Задача моделирования такого межпроцессного взаимодействия решена, хотя и с некоторым нарушением требований BPMN. Но конкретно в Business Studio такой методический подход дает возможность выводить в регламент бизнес-процесса соответствующие входы и выходы ИС.

На рисунке 8 представлен пример схемы бизнес-процесса, разработанной с использованием представленного здесь способа. На схеме явно замечена проблема (сноска со шрифтом красного цвета) и предложения по улучшению процесса (сноска со шрифтом синего цвета).

Таким образом, представленный в статье способ является довольно «тяжелым» (трудоемким) при практическом применении. Приходится тщательно анализировать каждую задачу бизнес-процесса, выявляя [5-6]:

- используемые документы (информацию) и их статусы;

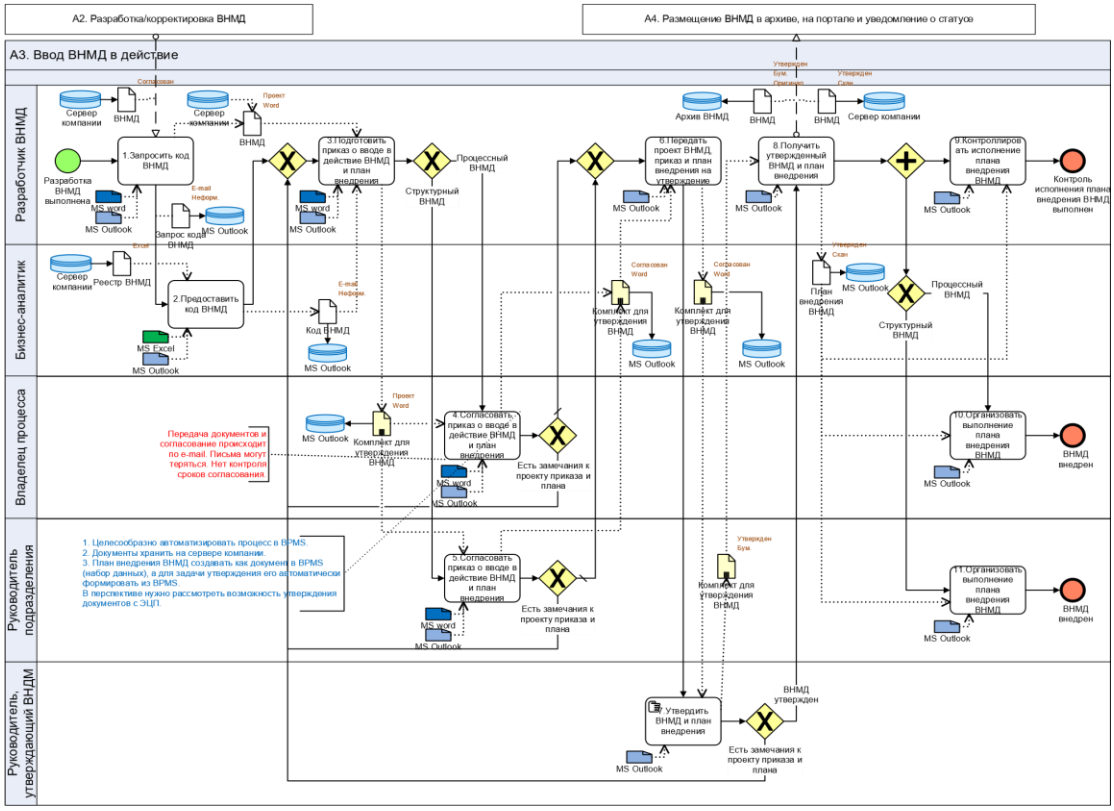


Рисунок 8 - Пример схемы бизнес-процесса

- потоки документов и необходимые для этого ресурсы;
- используемые информационные системы;
- процессное взаимодействие по входам и выходам.

Необходимо доработать данный способ соответствующим образом как «Соглашение по моделированию», и далее создать необходимую аналитику в справочниках Business Studio, провести обучение и аттестацию преподавателей университета, участвующих в моделировании бизнес-процессов, на знание и умение применять этот способ моделирования.

Список использованных источников:

1. И. М. Якимов, А. П. Кирпичников, Г. Р. Зайнуллина, З. Т. Яхина. Оценка достоверности результатов имитационного моделирования по результатам аналитического моделирования // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18. № 6. С. 173.

2. Якимов И. М. Кирпичников А. П., Мокшин В. В., Аляутдинова Г. Р., Пайгина Л. Р. Имитационное моделирование бизнес-процессов в системе Bizagi Modeler // Вестник технологического университета. 2015. Т.18. №9. С. 236-239.

3. Кирпичников А.П. Прикладная теория массового обслуживания. Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2008. -118 с.

4. Кирпичников А.П. Методы прикладной теории массового обслуживания. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2011. - 200 с.
5. http://www.businessstudio.ru/procedures/business/notatc iia-bpmn/
6. http://www.businessstudio.ru/about/

Кульмамиров С. А., к.т.н., академик МАИН, и. о. доцента,
Абдрахманов Д. М., преподаватель кафедры ИСиТ,
Махметов Т. М., преподаватель кафедры ИСиТ,
Мысжанов З., преподаватель кафедры ИСиТ,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

ВОЗМОЖНОСТИ НОВЫХ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ ПО СХЕМОТЕХНИКЕ

Аннотация: В статье рассмотрены рекомендации по созданию устройств в цифровой схемотехнике. Обсуждается методика проведения практических занятий на стыке взаимодействия высшего образования со средним техническим образованием для решения проблем применения цифровой схемотехники в экономике и промышленности. Практико-ориентированный характер выполнения исследовательских работ по схемотехнике обуславливает необходимость применения обучающимися современных средств моделирования. Для проведения исследований используется онлайн-среда Logic.ly, позволяющая создавать и исследовать цифровые устройства.

Ключевые слова: цифровая схемотехника, алгебра логики, логический вентиль, исследовательская работа, компетентностный подход.

Аңдатпа: Бұл мақалада сандық тізбек жобалау құрылғыларын жасау бойынша ұсыныстар қарастырылады. Онда экономика мен өнеркәсіпте сандық тізбек жобалауды қолдану мәселелерін шешу үшін жоғары білім мен орта техникалық білім берудің қиылысында практикалық сабақтарды өткізу әдістемесі талқыланады. Схема жобалау бойынша зерттеулердің тәжірибеге бағытталған сипаты студенттердің заманауи модельдеу құралдарын пайдалануын қажет етеді. Зерттеу үшін сандық құрылғыларды жасауға және талдауға мүмкіндік беретін Logic.ly онлайн ортасы қолданылады.

Кілт сөздер: сандық тізбек жобалау, логикалық алгебра, логикалық қақпа, зерттеу, құзыреттілікке негізделген тәсіл.

Abstract: This article examines recommendations for creating digital circuit design devices. It discusses a methodology for conducting practical classes at the intersection of higher education and secondary technical education to address the application of digital circuit design in economics and industry. The practice-oriented nature of research on circuit design necessitates the use of modern modeling tools by students. The Logic.ly online environment, which allows for the creation and analysis of digital devices, is used for research.

Keywords: digital circuit design, logic algebra, logic gate, research, competency-based approach.

В весеннем семестре 2025-2026 учебного года в учреждении «Есильский университете» впервые была представлена к открытию учебная лаборатория «Arduino and digital circuit Engineering, NI instruments», где цифровые устройства можно моделировать в онлайн - симуляторе». Исследования, проводимые обучающимися и магистрантами, получили среди обучающихся высокое признание и оценку как главного субъекта научно-технического и инженерного процесса. Все преподаватели и студенты здесь могут проводить исследовательские работы по изучаемой дисциплине ОП «ВТПО», «ИС» и «ИКТ». Действующие исследовательские работы по темам «Цифровая схемотехника и алгебра логики» и «Создание цифровых устройств в онлайн-симуляторе» способствует знакомству обучающихся с основами цифровой схемотехники, практическому применению ранее изученной в рамках дисциплин схемотехника и алгебры логики. В итоге им можно освоить навыки формирования целостной информационной системы нашей страны, цифровой и ИКТ-компетентностей по своей специальности.

Необходимость открытия новой учебной лаборатории в Есильском университете вызвана недостаточным изучением основ цифровой схемотехники на уроках информатики в школьном образовании, а также значительным отсевом обучающихся из-за вузовских дисциплин, посвященных схемотехнике и разработке аппаратного обеспечения вычислительной техники.

Во-первых, хотя в учебниках информатики базового уровня для 10 класса и, как следствие, в поурочном планировании присутствуют темы «Элементы схемотехники. Логические схемы» [2], «Логические элементы компьютера» [14]. Самостоятельная оценка авторов статьи констатируют, что данные темы в среднем образовании зачастую не получают должного внимания и освещения на уроках информатики в отечественной школе, причем эта проблема вызвана обстоятельствами как кадрового, так и системного характера.

Во-вторых, отказ многих ИТ-кафедр высших учебных заведений от физики как вступительного экзамена [15], наблюдаемое снижение мотивации школьников к получению образования в области физики и другие тенденции физического образования приводят к отложенной проблеме как для обучающихся кафедр, так и для самих ИТ-кафедр, содержание учебного процесса в которых посвящено не только программному, но и аппаратному обеспечению вычислительной техники (специальности ВТПО). Вследствие недостаточной сформированности, компетентности и компетенций в области основ схемотехники, отсев обучающихся на некоторых таких кафедрах нередко составляет от половины до 2/3 от поступившего на первый курс количества обучающихся бакалавриата.

Безусловно, предложенные преподавателями учебной лаборатории исследовательские работы сама по себе не способна решить все существующие

проблемы, являясь тем не менее одним из необходимых элементарных шагов для их системного решения.

В указанной учебной лаборатории «Цифровой аллеи» Есильского университета ставится простая цель – это практическое рассмотрение алгебры логики как основы информационных процессов на примере устройств цифровой схемотехники. Время практических занятий составляет не более одной университетской пары. Этапы занятия, соответствующая деятельности преподавателя и обучающихся показана в таблице 1.

Таблица 1 – Этапы проведения практических занятий

№ п/п	Этап занятия	Время	Деятельность преподавателя	Деятельность ученика
1	Организационный этап	5	Создает условия для проведения эффективного занятия, настраивает учеников на активную деятельность. Дополнительно в МГТУ имени Н. Э. Баумана знакомит с условиями обучения на кафедре проведения занятия.	Самоорганизация, в том числе для парной работы, включение в учебную деятельность. Понимают тему, цели и задачи лабораторной работы. (Темы заранее известны для записи школьников на занятия в МГТУ.)
2	Этап актуализации знаний: логические операции	5	Актуализирует знания учеников в форме диалога, демонстрируя известные таблицы истинности логических операций И, ИЛИ, НЕ. Демонстрирует соответствие рассмотренных логических операций и электрических схем.	Вспоминают изученный материал, формулируют определения конъюнкции, дизъюнкции, отрицания; понимают приведенные таблицы истинности и соотносят с электрическими схемами.
3	Этап усвоения нового материала: новые логические операции, вентили	10	Представляет и объясняет новый учебный материал в диалоге.	Определяют траекторию дальнейшего изучения алгебры логики; понимают новые логические операции.
4	Этап усвоения нового материала на практике: полусумматор, сумматор, триггеры, мультиплексор, дешифратор	60	Объясняет принципы работы устройств цифровой схемотехники. Контролирует результаты выполнения практических заданий.	Анализируют учебный материал, соответствие таблиц истинности и схем цифровых устройств. Выполняют задания в онлайн-среде.
5	Этап подведения итогов и рефлексии	10	Создает условия для эффективной рефлексии.	Формулируют выводы по итогам лабораторной работы.

При выполнении практических заданий исследовательской работы используется онлайн-среда моделирования цифровых схем Logic.ly (https://logic.ly/demo/), позволяющая решить проблемы наглядной проверки и демонстрации работы созданной цифровой схемы на широкоформатных плазменных телевизорах [10, 22]. В итоге формируется мотивационная составляющая дисциплины и достижение метапредметных результатов в процессе обучения основам цифровой схемотехники [11].

Проводимые исследования не только являются простейшими операциями алгебры логики, но также образуют полную систему булевых функций [7], поскольку с их помощью можно выразить любую булеву функцию. Эта тема будет содержанием следующей статьи авторов. Полезным будет напомнить, что базис логических функций ввиду законов де Моргана может состоять только из конъюнкции и отрицания или из дизъюнкции и отрицания [7].

Представленное в таблице 1 распределение времени занятия, ориентированное на практическое выполнение заданий, отражает традиционный для обучающихся метод обучения ремеслам - основу научной системы начального профессионального трудового обучения по схемотехнике [1]. Следует отметить, что данный метод обучения ремеслам, предложенный великим инженером и педагогом Д. К. Советкиным, по своей природе являлся компетентностным ориентированным методом, совмещающим теорию и практику, основанным на упражнениях под контролем мастера и направленным на глубокое знание главных элементов профессиональной деятельности, способность и возможность эффективной практической деятельности обучающихся. Выделим следующие знания, навыки и деятельностные установки обучающимся, развиваемые в рамках проводимых работ [19]:

1) Знания:

- предметные: логические операции (включая редко рассматриваемые операции: исключающее ИЛИ, штрих Шеффера, стрелка Пирса), логические вентили (NOT, AND, OR, NAND, XOR), графическое представление логических вентилей, таблица истинности, полусумматор, сумматор, RS-триггер, D-триггер, мультиплексор, дешифратор, статическая память, полнота систем булевых функций, положительная логика;
- межпредметные: последовательное и параллельное соединение элементов электрической цепи, интернациональные названия логических операций и вентилей, необходимость умения проводить операций и функций, основы формальной логики;
- метапредметные: информационные процессы (на примере цифровых устройств обработки, хранения, передачи информации) [12], табличная и графическая формы представления информации, основы знаковых систем и семиотики. Метапредметная компонента знаний может быть выражена через изучение перечисленных универсальных межпредметных понятий.

2) Навыки:

- предметные: чтение таблицы истинности, чтение графической схемы цифрового устройства, применение логических операций и вентилей, синтез, моделирование, разработка и тестирование цифровых логических схем с использованием симулятора на основе таблиц истинности;
- метапредметные: соотнесение табличной и графической форм представления информации (таблиц истинности и схем устройств цифровой схемотехники), межвидовое преобразование графической информации (изменение схемы стандарта ГОСТ(IEC) на схему ANSI), комбинаторные навыки при создании и изучении таблицы истинности и цифровой логической схемы, применение онлайн-инструментов и модели SaaS в деятельности, развитие способностей моделирования, анализа, системного мышления, применения формальной логики, изобретательности и исследования моделей и идей.

3) Деятельностные установки:

- формирование готовности к пониманию и созданию схем устройств цифровой схемотехники, применению изученных основ алгебры логики для решения практических задач, развитие мотивации к получению дальнейшего образования в области цифровой схемотехники, цифровых автоматов, микропроцессорной техники, ИТ и инженерии, к эффективному применению средств ИКТ в практической деятельности.

Средствами интеграции знаний, навыков и деятельностных установок являются как предметное, так и метапредметное содержание исследовательских работ, а также применяемый инструментарий.

Из 3 универсальных компетентностей [19, 20] компетентности мышления (познания) и двух видов компетентностей взаимодействия - в представленных и сформированных исследовательских работах уделено особое внимание развитию компетентности мышления (познания), что нашло отражение в вышеописанных целевых составляющих компетентности - знаниях, навыках, деятельностных установках.

Однако на практических занятиях также развиваются компетентности взаимодействия посредством активной субъектной коммуникации преподавателя и обучающихся, учеников посредством диалога и возможной парной работы, а также человеко-машинного взаимодействия - нового типа взаимодействия, не выделенного в [19].

В учебной лаборатории «Цифровой аллеи» Есильского университета главной технологической платформой занятия служит онлайн-среда для разработки цифровых схем Logic.ly (https://logic.ly/demo/). Также при проведении практических занятий используются презентации, созданные преподавателями, принимающими участие в проведении исследовательской работы.

Таким образом, в статье представлены результаты выполнения исследовательских работ для обучающихся университета «Цифровая схемотехника и алгебра логики: создание цифровых устройств в онлайн-симуляторе».

Приведены характеристики, структура и содержание практических занятий, описана деятельность обучающихся и преподавателей на различных этапах исследовательской работы, в рамках компетентностного подхода отражены формируемые предметные и метапредметные результаты занятия, целевые составляющие компетентности - знания, навыки, деятельностные установки. В работе учебной лаборатории подчеркивается важность изучения алгебры логики, лежащей в основе процессов обработки, хранения и передачи информации, раскрывается взаимосвязь базовых цифровых устройств и частей микропроцессорной системы: процессора и памяти.

Список использованных источников:

1. Альманах «Русская система обучения ремеслам. Истоки и традиции». Т. I - VII. М.: НОЦ «Контроллинг и управленческие инновации», 2021.

2. Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика. Базовый уровень: учебник для 10 класса. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. 288 с.

3. Видьманов Д. А., Локтев Д. А., Попов В. С. Информационные технологии для решения практических задач: методические указания к выполнению лабораторных работ. М.: МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2016. 58 с.

4. Горюшкин А. П. Полные булевы функции // Вестник Камчатского государственного технического университета, Петропавловск-Камчатский. 2011. № 15. С. 5–11.

5. ГОСТ 2.743-91. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные в графических схемах. Элементы цифровой техники. https://docs.cntd.ru/document/1200010863.

6. Зеленцова Н. Ф, Зеленцова Е. В., Зеленцов В. В. Университетская среда для учителей в МГТУ им. Н. Э. Баумана // XLIV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С. П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых - пионеров освоения космического пространства (Москва, 28–31 января 2020 г.). Сборник тезисов. В 2 т. Т. 2. М.: Изд-во МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2020. С. 25–27.

7. Исмагилова Е. И. Булевы функции и построение логических схем: учебное пособие. М.: МИРЭА, 2015. 160 с.

8. Логические элементы // BEAM-ROBOT.RU - сайт о робототехнике и роботах. http://beam-robot.ru/electronics_for_beginners/logic_gates.php.

9. Матвейчук Р. И. Электронный конструктор NAUROBO: методическое пособие. М.: Де'Либри, 2018. 55 с.

10. Механцев Б. Е. Логическое проектирование: проблемы и варианты разрешения // Педагогическая диагностика: история, теория, современность. Материалы Всероссийской научной конференции «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)» Ростов-на-Дону: РГУЭ «РИНХ», 2020. С. 124–128.

Кульмамиров С. А., к.т.н., и.о. доцента, академик МАИН,
Есильский университет, Астана.
Кошоева Б. Б., к.т.н., доцент,
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек

ПОДХОД К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМУ АНАЛИЗУ ДАННЫХ БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ

Аннотация: В статье описана ситуация полезности полученных результатов исследований авторов в направлении «интеллектуальный анализ данных» в составе биомедицинских сигналов. Это направление особо ярко поддерживается медиками регион стран СНГ по причине активного развития элементов технологии телемедицины в здравоохранении. Представлены характе-

ристика и свойства анализа обработанных результатов диагностики внутренних органов человека. Описаны практические разработки по созданию виртуальных инструментов в медицинской практике.

Ключевые слова: биомедицинский сигнал, интеллектуальный анализ, глубина наркоза, сердечный ритм, электрокардиограммы, спирограмма, интеллектуальная система.

Аңдатпа: Бұл мақалада авторлардың биомедициналық сигналдар үшін деректерді өндіру саласындағы зерттеу нәтижелерінің пайдалылығы сипатталған. Бұл сала денсаулық сақтау саласындағы телемедицина технологиясының белсенді дамуына байланысты ТМД аймағындағы дәрігерлер тарапынан ерекше қолдау тапқан. Адамның ішкі мүшелері үшін өңделген диагностикалық нәтижелерді талдаудың сипаттамалары мен қасиеттері ұсынылған. Медициналық тәжірибеге арналған виртуалды құралдарды жасаудағы практикалық әзірлемелер сипатталған.

Кілт сөздер: биомедициналық сигнал, деректерді өндіру, анестезия тереңдігі, жүрек соғу жиілігі, электрокардиограммалар, спирограмма, интеллектуалды жүйе.

Abstract: This paper describes the usefulness of the authors' research results in the field of data mining for biomedical signals. This field is particularly strongly supported by physicians in the CIS region due to the active development of telemedicine technology in healthcare. The characteristics and properties of the analysis of processed diagnostic results for human internal organs are presented. Practical developments in the creation of virtual tools for medical practice are described.

Keywords: biomedical signal, data mining, anesthesia depth, heart rate, electrocardiograms, spirogram, intelligent system.

Задачи анализа формы и параметров биомедицинских сигналов тесно связаны с проблемами обработки сигналов, распознавания образов и обучения компьютерных систем, поэтому при составлении алгоритмов анализа используются основы адаптивной фильтрации, сегментации и аппроксимации, статистического обнаружения, корреляционного распознавания, синхронного накопления, динамического кластерного анализа формы биосигналов, структурного распознавания фрагмента регистрированных данных [1]. В рамках рассматриваемого направления приведены результаты внедрения разработанных устройств и программного приложения технологии Интернет вещей (далее ИоТ или IoT) для их применения в телемедицинском производстве и медицинской практике больниц нашей страны.

Первым делом рассмотрим подход обработки и автоматического анализа зарегистрированных электрокардиосигналов. Электрокардиография (ЭКГ) как метод исследования электрической активности сердца был открыт в 1903 году У. Эйнтховеном [2]. Однако автоматическая расшифровка ЭКГ стала развиваться только с конца 1960-х годов. Сегодня анализ ЭКГ широко

применяется в цифровых приборах и интеллектуальных цифровых системах в следующих направлениях:

- массовое обследование и клиническая диагностика;
- клиническое и амбулаторное (холтеровское) мониторирование;
- электрофизиологические и нагрузочные исследования:
- электро-кардиостимуляция и кардиосинхронизация.

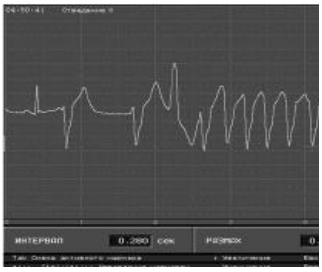
Разработка приборов и систем анализа ЭКГ связана с созданием высокотехнологичных программных приложений, реализующие современные методы обработки сигналов, распознавания образов и искусственного интеллекта. Первые работы в анализе ЭКГ проводились с врачами Военно-медицинской академии России для составления алгоритмов выполнения анализа аритмий. Финансированием и внедрением этих работ в промышленность занималось конструкторское бюро завода «Измеритель», которое специализировалось на разработках кардиомониторов. Эти научные работы по распознаванию сердечных аритмий по ЭКГ привели к созданию и внедрению в серийное производство и медицинскую практику ритмо-кардио-анализаторов марки РКА-01 [3]. Затем был создан аппаратура РКС-02 для оперативного врачебного контроля (1970–1980-е годы) [2]. В конце 1980-х годов в связи с применением компьютеров результаты научных исследований стали внедряться в медицинские системы для мониторного контроля ЭКГ «РИТМОН» (рисунок 1), функциональных исследований сердечно-сосудистой системы (рисунок 2) и проведения проб в отделениях функциональной диагностики (рисунок 3).

Научные работы в направлении обработки и автоматического анализа ЭКГ позволили выявить фоновые аритмий (мерцательная аритмия) и аритмий типа случайных событий (экстрасистол) по последовательности RR-интервалов, а также применению моделей марковских цепей для построения диагностического алгоритма [3].

Для фильтрации сигнала, обнаружения зубцов и стимулирующего импульса для больных со стимуляторами применялись аналоговые методы. Был проведен цикл исследований для создания новых методов структурного распознавания образов [4], которые позволили обобщить ранние методы.

Проведены исследования по цифровым методам фильтрации ЭКГ:

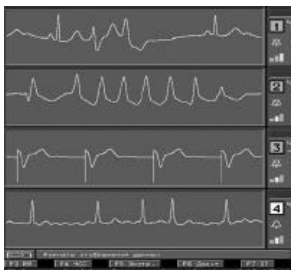
- адаптивной фильтрации сетевой помехи;
- фильтрации базовой линии ЭКГ;
- методам накопления и сжатия сигнала ЭКГ;
- обнаружения зубцов и комплексов;
- классификации форм фрагментов кардиоцикла;
- диагностики нарушений ритма и проводимости по признакам формы кардиоцикла и последовательности интервалов RR;
- анализа ишемических изменений посредством ЭКГ [2, 5].



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Автоматическая обработка ЭКГ в кардиомониторной системе «РИТМОН»



Рисунок 2 - Функциональные исследования сердечно-сосудистой системы



Рисунок 3 - Регистрация проб функциональной диагностики

Создание и исследование алгоритмов автоматического анализа ЭКГ развивались при решении многочисленных задач компьютерной ЭКГ, к которым отнесены:

- контроль ЭКГ в терапии и кардиологического наблюдения [6];
- анализ ЭКГ плода во время родов;
- анализ ЭКГ у больных с кардиостимуляторами [7];
- анализ ЭКГ при электрофизиологических исследованиях [8];
- анализ ЭКГ при проведении нагрузочных проб;
- анализ вариабельности сердечного ритма;
- идентификация личности по ЭКГ.

Следующим актуальным направлением стала биометрическая идентификация личности по электрокардиограмме. В настоящее время биометрические технологии являются одной из самых быстро развивающихся областей информационной безопасности (рисунок 4). Были проведены исследования о возможности построения биометрической системы идентификации личности на основе ЭКГ человека [4].

Известно, что ЭКГ является достаточно уникальной характеристикой, поскольку морфология и амплитуда регистрируемых кардиокомплексов определяются множеством индивидуальных факторов, в частности строением и положением сердца, наличием и характером патологий.

В работе [4] использовались короткие записи ЭКГ (10–20 с), регистрируемые в одном отведении с рук человека (I отведение) с частотой дискретизации 500 Гц и разрядностью, равной 12 разрядам АЦП

.

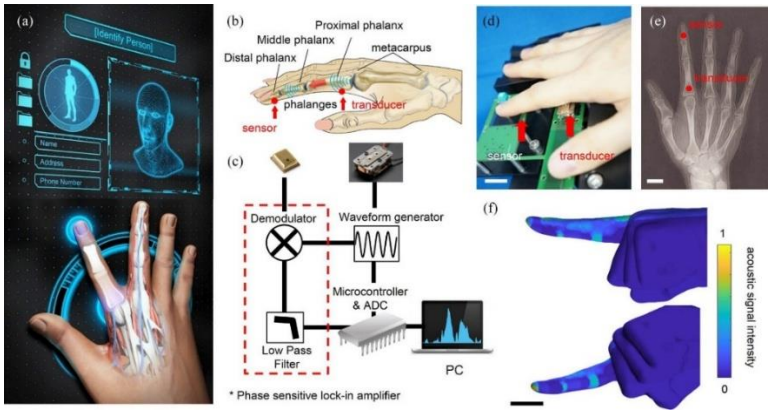


Рисунок 4 – Системы информационной безопасности
через биометрическую идентификацию личности по электрокардиограмме

На этапе предобработки реализована фильтрация сигнала от помех различного генеза средствами частотно-избирательной фильтрации и коррекция дрейфа изолинии с помощью вейвлет-анализа. Основное внимание уделено формированию исходного пространства признаков. Очевидно, что информация об особенностях работы сердца в основном содержится во фрагменте кардиоцикла, содержащем желудочковый комплекс зубцов и зубцы P и T (далее PQRST-фрагмент). На данном этапе из ЭКГ сначала выделяется набор PQRST-фрагментов, синхронизованных по зубцу R. Длительность PQRST-фрагментов фиксирована и составляет 0,5 с, или 250 отсчетов. В качестве признаков PQRST-фрагментов используются их отсчеты (рисунок 5).

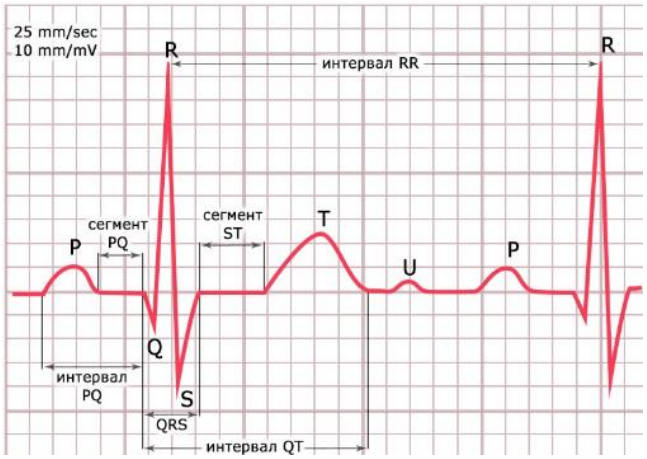


Рисунок 5 – Зубцы, сегменты и интервалы сердечного цикла

Далее выделенные PQRST-фрагменты подвергаются дополнительной обработке, которая повышает их сходство и включает в себя:

- коррекцию вертикального смещения PQRST-фрагментов относительно друг друга из-за возможно оставшегося небольшого дрейфа изолинии;

- отбраковку возможных PQRST-фрагментов, обусловленных, например, движением рук, форсированным дыханием или некоторыми патологиями;

- коррекцию PQRST-фрагментов от частоты сердечных сокращений.

Таким образом, в исходном пространстве признаков размерности N = 250 ЭКГ представляется набором PQRST-фрагментов, каждый из которых рассматривается как отдельный образ, обрабатывается и классифицируется независимо от остальных. Редукция пространства признаков реализуется с помощью анализа главных компонент, в результате которого размерность пространства сократилась до N = 30.

Далее выполняется классификация полученных образов PQRST-фрагментов в редуцированном пространстве признаков с помощью линейного дискриминантного анализа. На последнем этапе на основе полученных результатов классификации набора PQRST-фрагментов принимается решение о принадлежности всей ЭКГ конкретному классу.

Для экспериментальных исследований были собраны ЭКГ 90 человек. Регистрация проводилась в положении сидя, при этом физическое состояние и частота сердечных сокращений не ограничивались. Исходная выборка ЭКГ составила 320 записей, 200 из которых использовались для обучения системы, 120 - для тестирования. Разделение исходной выборки на обучающую и контрольную проведено с целью максимально усложнить работу системы, то есть записи в разных выборках максимально отличались по времени регистрации или физическому состоянию человека на момент регистрации.

Усредненные результаты серии экспериментов по распознаванию PQRST-фрагментов и ЭКГ определили уровень правильной идентификации ЭКГ на уровне 96%. Полученные результаты дают положительную оценку возможности использования ЭКГ в качестве биометрической характеристики в различных задачах биометрического контроля доступа.

Таким образом, открывается новое направление исследований в области биометрических технологий, и увеличивается потенциал развития систем безопасности и систем обеспечения удобства современной жизни.

Третьим этапом развития анализа биоритмических сигналов стало распознавание состояний пациента по вариабельности сердечного ритма (рисунок 6). Была исследована возможность использования параметров вариабельности сердечного ритма (ВСР) для оценки степени напряжения регуляторных систем организма в стрессовых условиях и для прогнозирования устойчивости организма к воздействию тех или иных факторов. В качестве примера рассмотрим данные в рамках разработки методики оценки психофизиологического состояния оператора в процессе выполнения ментальной нагрузки [2].

Последовательность RR-интервалов получалась из записей ЭКГ, регистрировавшихся в процессе специально разработанной процедуры тестирования - чередования этапов отдыха и нагрузки. Под нагрузкой понималось решение определенных когнитивных задач.

На рисунке 7 показаны синхронизированные по времени реализации сигналов мгновенной частоты сердечных сокращений (ЧСС), полученные у 26 различных испытуемых и результат усреднения этих кривых.

Задачу оценки степени психофизиологического напряжения испытуемого условно сводится к дифференциации участков сигнала, относящихся к стадиям отдыха и нагрузки.

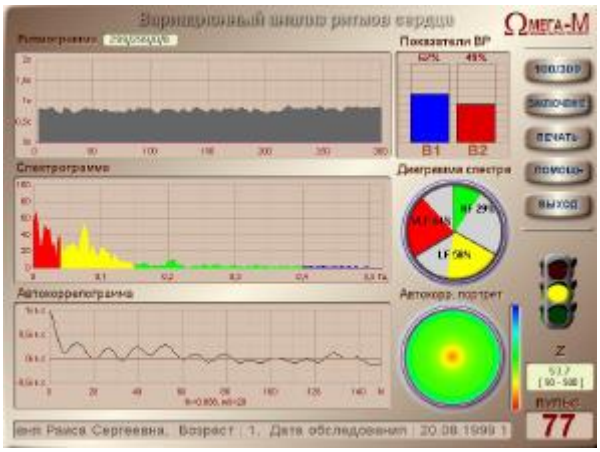


Рисунок 6 – Метод распознавания состояний пациента
по вариабельности сердечного ритма

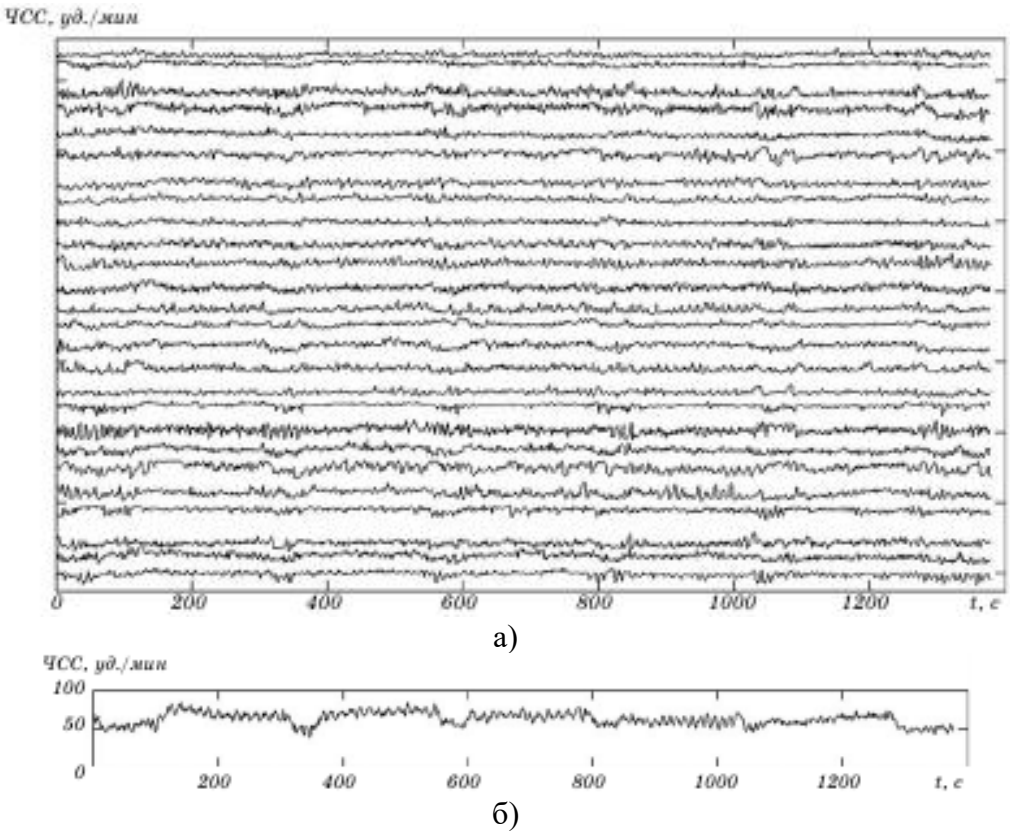


Рисунок 7 – Пример кривых индивидуальных реакций испытуемых (а)
и результата усреднения по ансамблю 26 реализаций (б)

При этом можно выделить 2 этапа решения задачи:

- обнаружение участков локальной стационарности сигнала с целью получить статистически состоятельные оценки параметров вариабельности ритма;

- вычисление численных показателей, непосредственно характеризующих уровень психофизиологического напряжения.

Исследование ряда альтернативных методов контроля стационарности сигнала показали, что наилучшие результаты достигаются при использовании подхода, основанного на совместном мониторинге параметров модели авторегрессии и более простых показателей [3]. Выбор показателей, которые могут быть использованы для оценки уровня психофизиологического напряжения, осуществлялся на основе экспериментального исследования информативности различных статистических параметров и их разделяющей способности с точки зрения дифференциации заранее известных состояний отдыха.

Наилучшие результаты получены комбинациями 3 параметров [4]:

- оценка среднего значения;

- оценка стандартного отклонения;

- сдвиг оценки автокорреляционной функции до пересечения нуля.

Средняя ошибка классификации состояний отдыха и нагрузки составила 19,6%. Данная методика может найти применение в практических задачах, связанных с необходимостью текущего контроля психофизиологического состояния человека-оператора в процессе выполнения им заданий повышенной сложности и ответственности.

Одним из важнейших условий успешного проведения хирургических операций является надежный контроль глубины анестезии. Как показали исследования, наиболее полную информацию о степени воздействия анестетиков на пациента содержит электроэнцефалограмма (ЭЭГ). Ее автоматический анализ позволяет адекватно оценить уровень функциональной активности головного мозга и выбрать такой режим ввода анестетиков, при котором поддерживается необходимая глубина наркоза и обеспечивается безопасность для пациента. Установлено, что переход пациента в состояние глубокого наркоза сопровождается характерными изменениями, проявляющимися в спектральных характеристиках и степени хаотичности сигнала. Поэтому в данном исследовании для разработки методов и алгоритмов автоматической оценки глубины анестезии используются два подхода к анализу ЭЭГ. Во временной области предложено анализировать параметры аппроксимированной энтропии [5], а в частотной - оценивать спектральную энтропию [6].

Разработанные алгоритмы СЭ и АЭ были включены в состав программного обеспечения специального прибора - монитора анестезии. Последний прошел клиническую апробацию совместно с известным BIS-монитором (Aspect Medical Systems), рассчитывающим оценку глубины анестезии на ос-

нове анализа биспектра ЭЭГ. Испытания прибора проводились во время анестезиологического обеспечения хирургических операций у 30 пациентов, длительность операций составляла 6 часов.

На рисунке 8 в качестве примера приведен график изменения показателя СЭ, полученный в ходе одной из операций. На графике можно выделить следующие основные участки: бодрствование (до 400 с), первоначальный ввод анестетика (пропофола) (400 с), добавление анестетика по ходу операции (4700, 5400, 6400 с), пробуждение пациента (10 800 с).

Сравнительный анализ показателей АЭ, СЭ и данных BIS-монитора, проведенный с привлечением множества пациентов и использованием статистических методов обработки экспериментальных данных, показал хорошую согласованность результатов мониторирования ЭЭГ. В настоящее в производстве в здравоохранении уже используются пилотные партии мониторов анестезии.

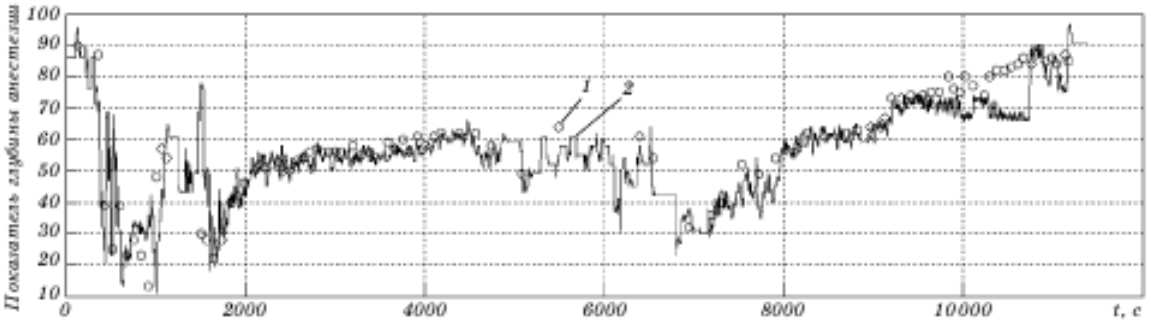


Рисунок 8 - Пример анализа ЭЭГ-сигнала в ходе операций по показателю СЭ:
1 - BIS-монитор; 2 - предложенный алгоритм

Далее рассмотрим результаты анализа спирограмм при искусственной вентиляции легких (рисунок 9). Известно, что мониторинг состояния пациента в условиях респираторной поддержки предполагает анализ спирометрических кривых, включающих в себя скалярные (это давление, поток и объем) и двумерные функции (петли «объем - давление» ОД и «поток - объем» ПО) [8].

На рисунках 10 и 11 приведены примеры зарегистрированных в условиях клиники спирографических петель пациентов при ИВЛ в условиях отсутствия и наличия патологий органов дыхания. Можно заметить, что при патологии изменяются размеры петли, на кривой ОД наблюдается резкий завал петли к горизонтальной оси (снижается растяжимость легких) и расширение ее вдоль оси давления (повышается сопротивление дыхательных путей). Указанные смещения кривых ОД и изменения в конфигурации петель могут быть распознаны следующим образом.

На этапе предварительной обработки петли представляются в виде цепных кодов, описывающих упорядоченное множество пикселей анализируемой кривой. Начальную точку отсчета можно задать в виде точки начала дыхатель-

ного цикла. Далее, используя повторную дискретизацию с увеличенным шагом на сетке, петли задают в виде новых цепных кодов, обеспечивающих компактное описание кривых. Затем оценивается ориентация петель относительно направления, соответствующего нормальному значению динамической растяжимости легких, а также анализируются отклонения в форме петель.

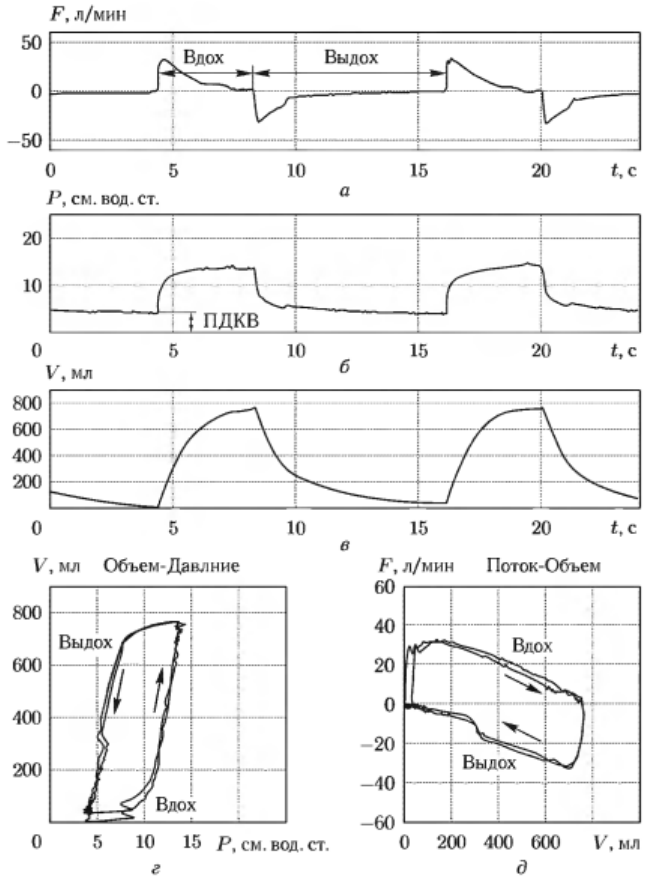


Рисунок 9 - Анализ спирограмм методом искусственной вентиляции легких

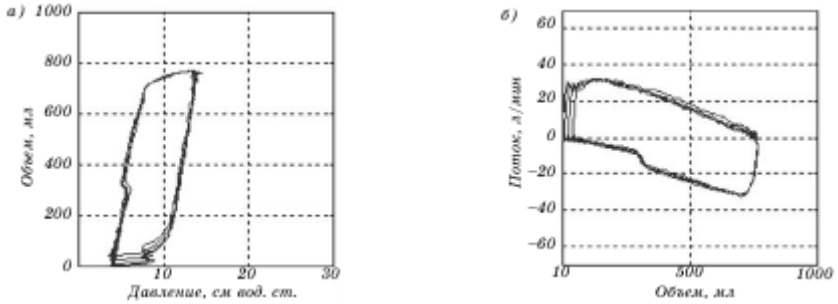


Рисунок 10 - Пример спирографических петель пациента в режиме вентиляции с управляемым давлением. Выраженные патологии органов дыхания отсутствуют

Смещение оси фигуры определяется по изменению угла наклона прямой, соединяющей точки начала и конца вдоха. Уменьшение угла наклона

петли при сохранении ее формы свидетельствует о снижении величины растяжимости легких. Изменение формы петли относительно исходной, заданной режимом ИВЛ, обнаруживается 2 способами: формированием и последующим анализом набора признаков, а также путем сопоставления номеров фигур по цепным кодам [7].

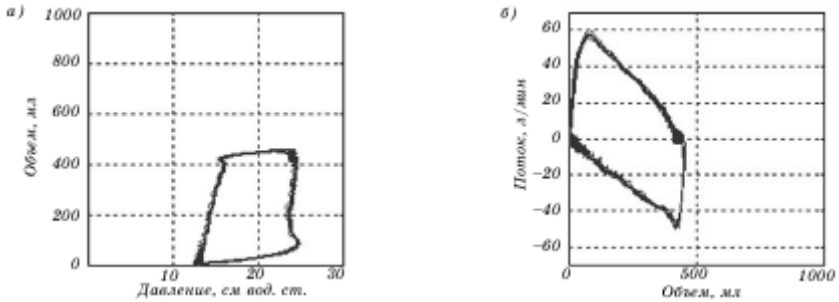


Рисунок 11 - Пример спирографических петель пациента в режиме вентиляции с управляемым давлением. Наблюдается острый респираторный дистресс-синдром

В качестве числовых признаков принят набор параметров:

- длину петли и площадь области, ограниченной петлей;
- ширину петли;
- эксцентриситет базового прямоугольника, направление большой оси которого задается вектором динамической растяжимости легких;
- кривизну петли (вычисляется отдельно на сегментах вдоха и выдоха).

Эти признаки используются для формирования *n*-мерных векторов, описывающих распознаваемые петли, и составления основополагающих правил для их классификации. В случае слежения за изменениями в режиме ИВЛ можно фиксировать отклонения значений этих признаков на величину, превышающую некоторый заданный в процентном отношении порог. Например, по изменению ширины петли можно выявить признаки обструкции дыхания.

Таким образом, по результатам обзорного исследования ИАД в составе биомедицинских сигналов, можно заключить, что рассмотренные методы могут быть ориентированы на практическое применение в здравоохранении стран СНГ в области цифровой обработки сигналов. Эти методы легко трансформируются в медицинские системы цифрового формата и вполне возможно широко внедряться в больницах Казахстана. Это научное направление активно развиваться, научные результаты и практические достижения находят применение в здравоохранении РК.

Список использованных источников:

1. Рангайян Р. М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход / Пер. с англ. А. Н. Калиниченко; под ред. А. П. Немирко. М.: Физматлит, 2007. 440 с.

2. Кардиомониторы. Аппаратура непрерывного контроля ЭКГ / А. Л. Барановский, А. Н. Калиниченко, Л. А. Манило и др.; под ред. А. Л. Барановского и А. П. Немирко. М.: Радио и связь, 1993. 248 с.

3. Теория и проектирование диагностической электронно-медицинской аппаратуры / В. М. Ахутин, О. Б. Лурье, А. П. Немирко и др. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. 148 с.

4. Немирко А. П. Цифровая обработка биологических сигналов. М.: Наука, 1984. 144 с.

5. Биотехнические системы: Теория и проектирование / В. М. Ахутин, А. П. Немирко, Н. Н. Першин и др. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1981. 220 с.

6. Вальденберг А. В., Калиниченко А. Н. Мониторный контроль ЭКГ в интенсивной терапии //Мир медицины. 1999. № 1–2. С. 42–45.

7. Немирко А. П., Гасанов М. М., Егоров Д. Ф. Распознавание волн ЭКГ при кардиостимуляции. Известия ЛЭТИ. 1986. Вып. 367. С. 53–58.

8. Немирко А. П., Ли З. Р. Фильтрация для выделения потенциала пучка Гиса по внутриполостной ЭКГ // Известия ЛЭТИ. 1987. Вып. 385. С. 108–113.

Кульмамиров С. А., к.т.н., академик МАИН, и. о. доцента,
Абдрахманов Д. М., преподаватель кафедры ИСиТ,
Махметов Т. М., преподаватель кафедры ИСиТ,
Мысжанов З., преподаватель кафедры ИСиТ,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

РЕАЛИЗАЦИЯ БАЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ

Аннотация: В статье раскрываются вопросы ведения исследований в области алгебры логики для применения онлайн симуляторов при моделировании цифровых устройств. Подробно описаны основные технические характеристики, структура и ход проводимых исследований по алгебре логики, предметное содержание и межпредметные связи, целевые предметные и метапредметные результаты на основе современного компетентностного подхода.

Ключевые слова: цифровая схемотехника, алгебра логики, логический вентиль, исследовательская работа.

Аңдатпа: Бұл мақалада сандық құрылғыларды модельдеуде онлайн симуляторларды пайдалану үшін буль алгебрасы саласындағы зерттеулер қарастырылады. Онда қазіргі буль алгебрасын зерттеудің негізгі техникалық сипаттамалары, құрылымы және ілгерілеуі, пән мазмұны және пәнаралық байланыстар, сондай-ақ заманауи құзыреттілікке негізделген тәсілге негізделген мақсатты пәндік және мета-пәндік нәтижелер егжей-тегжейлі сипатталған.

Кілт сөздер: сандық схеманы жобалау, буль алгебрасы, логикалық қақпа, зерттеу.

Abstract: This article explores research in the field of Boolean algebra for the use of online simulators in digital device modeling. It describes in detail the main technical characteristics, structure, and progress of current Boolean algebra research, subject content, and interdisciplinary connections, as well as targeted subject and meta-subject outcomes based on a modern competency-based approach.
Keywords: digital circuit design, Boolean algebra, logic gate, research.

На этапе актуализации знаний по схемотехнике и программированию переходных процессов в вычислительной технике преподаватель напоминает обучающимся таблицы истинности известных логических операций: отрицания (таблица 2), конъюнкции и дизъюнкции (таблица 3), уточняет различные названия операций для приведенных таблиц истинности. Далее обучающимся следует представлять методики изучения элементов схемотехники о соответствии конъюнкции и дизъюнкции последовательному и параллельному соединениям выключателей на электрической схеме (рисунок 1).

В дидактических целях будет полезным самостоятельное соотнесение обучающимся указанных логических операций и схем, а также, при наличии дополнительного времени, реализация приведенных логических схем при помощи схемотехнического набора [9], как это показано на рисунке 2.

Таблица 2 – Таблица истинности отрицания

X	$\neg X$
0	1
1	0

Таблица 3 – Таблица истинности конъюнкции и дизъюнкции

X	Y	$X \wedge Y$	$X \vee Y$
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	1

Рассмотренные операции не только являются простейшими операциями алгебры логики, но также образуют полную систему булевых функций [7], поскольку с их помощью можно выразить любую булеву функцию (новые операции алгебры логики). Полезным будет напомнить, что базис логических функций ввиду законов де Моргана может состоять только из конъюнкции и отрицания или только из дизъюнкции и отрицания [7].

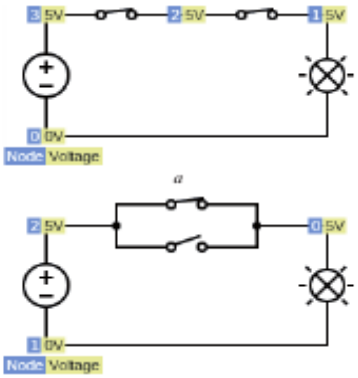


Рисунок 1 – Последовательное (а) и параллельное (б)
соединения выключателей на электронной схеме



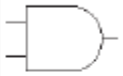
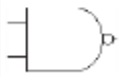
Рисунок 2 – Вид на реализацию схемы на практическом занятии
в учебных лабораториях Цифрового аллея Есильского университета
с применением набора NauRobo

Этап усвоения на практических занятиях нового материала начинается со знакомства обучающимися с операциями исключающего ИЛИ ($\oplus$), штриха Шеффера ($|$), стрелки Пирса ($\downarrow$). В таблице 4 приведены таблицы истинности указанных логических операций.

Таблица 4 - Таблицы истинности исключающего ИЛИ ($\oplus$),
штриха Шеффера ($|$), стрелки Пирса ($\downarrow$)

X	Y	$X \oplus Y$	$X \mid Y$	$X \downarrow Y$
0	0	0	1	1
0	1	1	1	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0

Таблица 5 - Логические вентили для рассмотренных операций

Логические операция / функция и вентиль	Обозначение вентиля по ГОСТ / IEC [5, 24]	Обозначение вентиля ANSI [25]
Отрицание NOT Gate		
Конъюнкция AND Gate		
Дизъюнкция OR Gate		
Исключающее ИЛИ XOR Gate		
Штрих Шеффера NAND Gate		
Стрелка Пирса NOR Gate		

Преподаватель стимулирует обучающихся отвечать на вопросы о том, на что похожи приведенные таблицы истинности или как можно определить приведенные операции по их таблицам истинности. Например, таблица истинности исключающего ИЛИ соответствует операции сравнения «не равно» и противоположна таблице истинности эквиваленте, штрих Шеффера является отрицанием конъюнкции, а стрелка Пирса - отрицанием дизъюнкции. Штрих Шеффера, равно как и стрелка Пирса, составляют базис булевых функций, через любую из них можно выразить все остальные бинарные булевы функции [4]. Рассмотренные операции необходимо применять в дальнейшей практической работе.

Далее на этапе усвоения нового теоретического материала, обучающиеся узнают, что каждой из рассмотренных логических операций соответствует логический вентиль - базовый элемент цифровых логических схем, реализующий конкретную логическую функцию (таблица 5).

На последующих этапах практических занятий обучающиеся применяют рассмотренные логические вентили для создания устройств цифровой схемотехники: полусумматора, сумматора, триггеров, мультиплексоров и дешифраторов [18, 20].

В качестве дополнительного внеурочного задания можно предложить обучающимся соотнести и сравнить обозначения логических вентилей в стандартах [5, 20].

Список использованных источников:

1. Альманах «Русская система обучения ремеслам. Истоки и традиции». Т. I - VII. М.: НОЦ «Контроллинг и управленческие инновации», 2021.

2. Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика. Базовый уровень: учебник для 10 класса. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. 288 с.

3. Видьманов Д. А., Локтев Д. А., Попов В. С. Информационные технологии для решения практических задач: методические указания к выполнению лабораторных работ. М.: МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2016. 58 с.

4. Горюшкин А. П. Полные булевы функции // Вестник Камчатского государственного технического университета, Петропавловск-Камчатский. 2011. № 15. С. 5–11.

5. ГОСТ 2.743-91. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные в графических схемах. Элементы цифровой техники. https://docs.cntd.ru/document/1200010863.

6. Зеленцова Н. Ф, Зеленцова Е. В., Зеленцов В. В. Университетская среда для учителей в МГТУ им. Н. Э. Баумана // XLIV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С. П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых - пионеров освоения космического пространства (Москва, 28–31 января 2020 г.). Сборник тезисов. В 2 т. Т. 2. М.: Изд-во МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2020. С. 25–27.

7. Исмагилова Е. И. Булевы функции и построение логических схем: учебное пособие. М.: МИРЭА, 2015. 160 с.

8. Логические элементы // BEAM-ROBOT.RU - сайт о робототехнике и роботах. http://beam-robot.ru/electronics_for_beginners/logic_gates.php.

9. Матвейчук Р. И. Электронный конструктор NAUROBO: методическое пособие. М.: Де'Либри, 2018. 55 с.

10. Механцев Б. Е. Логическое проектирование: проблемы и варианты разрешения // Педагогическая диагностика: история, теория, современность. Материалы Всероссийской научной конференции «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)» Ростов-на-Дону: РГУЭ «РИНХ», 2020. С. 124–128.

11. Механцев Б. Е., Саенко Н. М. Практические занятия по логическому проектированию в рамках курса информатики: техническая возможность // Наука и бизнес: пути развития. 2017. № 6 (72). С. 18–21.

12. Михолап Э. Л. «Логические элементы компьютера. Построение логических схем» // Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе. Материалы международной научно-практической интернет-конференции (Москва, 22–26 апреля 2019 г.) / под ред. Л. Л. Босовой, Д. И. Павлова. М.: МПГУ, 2019. С. 160–165.

13. Половецкий С. Д. Анализ современного состояния системы ранней профориентации // Профессиональное образование и общество. 2018. Т. 26. № 2. С. 262–284.

14. Поляков К. Ю., Еремин Е. А. Информатика. Базовый и углубленный уровни: учебник для 10 класса. Ч. 1. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. 352 с.

15. Попов В. С., Парфентьева Н. А. Преподавание ИТ в РФ. Сборник научных трудов XXI Всероссийской конференции (Нижний Новгород, 18–19 мая 2023 г.). Н. Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского, 2023. С. 462–465.

16. Романова Т. В., Карпова О. В., Золотых Н. Ю. «Шаг в будущее»: «мужество, воля, упорство и труд». Сборник научных статей. В 2 ч. Ч. 2. М.: Ассоциация технических университетов, 2021. С. 264–275.

17. Токмовцева М. В., Карабанова О. В. Сетевое взаимодействие образовательных организаций на основе модели «Школа-Колледж-Вуз» М. - Берлин: ДиректМедиа, 2015. 192 с.

18. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника: учебное пособие для вузов. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 800 с.

19. Универсальные компетентности и новая грамотность / под ред. М. С. Добряковой, И. Д. Фрумина; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. 472 с.

20. Фрумин И. Д., Добрякова М. С. Универсальные компетентности и новая грамотность // Образовательная политика. 2019. № 3 (79). С. 63–72.

Кульмамиров С. А., к.т.н., академик МАИН, и. о. доцента,
Махметов Т. М., преподаватель кафедры ИСиТ,
Мысжанов З., преподаватель кафедры ИСиТ,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТРОЛЛЕРОВ LEGO EV3 И ARDUINO UNO НА ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЕ «ЦИФРОВАЯ АЛЛЕЯ» ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ РОБОТОТЕХНИКИ В ЕСИЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Аннотация. Указаны пути решения проблемных вопросов подготовки инженерно-технических кадров в частном университете. Раскрывается технологический аспект сопровождения курса Робототехники. Приводится сравнительный анализ технических возможностей контроллеров LEGO EV3 и Arduino UNO.

Ключевые слова: робототехника, контроллеры, инженерные профессии.

Аңдатпа. Жекеменшік университетте инженерлік және техникалық мамандарды даярлаудағы проблемалық мәселелердің шешімдері көрсетілген. Робототехника курсын қолдаудың технологиялық аспектілері қарастырылған. LEGO EV3 және Arduino UNO контроллерінің техникалық мүмкіндіктерге салыстырмалы талдау берілген.

Кілт сөздер: робототехника, контроллерлер, инженерлік мамандықтар.

Abstract. Solutions to problematic issues in training engineering and technical personnel at a private university are outlined. The technological aspects of supporting the Robotics course are explored. A comparative analysis of the technical capabilities of the LEGO EV3 and Arduino UNO controllers is provided.
Keywords: robotics, controllers, engineering professions.

В современных условиях широкого применения контроллеров, подготовка инженеров-программистов высокого уровня приобретает особую значимость. Подготовка инженерно-технических кадров требует в РК изменения компонентов системы образования, включая обновление содержания, введения новых дисциплин, методов преподавания и контрольно-оценочных средств.

Современное казахстанское высшее образование должно обеспечивать:

- изучение не только достижений прошлого, но и технологий, которые пригодятся в будущем;

- обучение, ориентированное на когнитивный, и на деятельностный аспекты содержания образования.

В современном мире область применения роботов (устройств с контроллером) в сферах деятельности человека стала широка. Роботы уже заняли свою нишу в жизни общества. Они стали частью современной промышленной революции, характеризующейся широким внедрением адаптивных технологий и автоматизацией производства. Ежегодно все больше предприятий автоматизируется, современное производство организуется так, что всю основную работу выполняют роботы. Промышленные роботы выпускаются десятками тысяч. Применение роботов позволяет значительно снизить участие человека в тяжелой и опасной работе, в оборонных, химических, атомных сферах, тушение пожаров без помощи оператора, выполнение спасательных операций.

Робототехника как прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем, составляющая техническую основу интенсификации производства и сельского хозяйства, выступает важным связующим звеном системы подготовки будущих инженеров-программистов.

Возможности робототехники позволяют связать математику, физику и информатику в единую систему и успешно формировать интерес обучающихся к техническому творчеству и дальнейшему выбору инженерно-технического направления будущей профессиональной деятельности. В связи с этим изучение робототехники как фундаментальной базы подготовки будущих инженеров-программистов становится все актуальнее.

Изучение робототехники позволяет развивать коммуникативные навыки, так как в основном конструирование роботов происходит в группе, учиться принимать самостоятельные и нестандартные решения, развивать творческое мышление. Также робототехника может выступать не только как самостоятельный предмет, но и внедрятся в остальные дисциплины ОП ВТПО. Робототехнические конструкторы можно использовать при демонстрации

учебных экспериментов по электронике, системам управления, информатике и биологии, что позволяет нагляднее раскрывать различные аспекты картины реального состояния и развития нашей страны.

В ходе обучения робототехнике обучающиеся активно участвуют в проведении теоретических и экспериментальных исследований робототехнических систем различного назначения, изучают методы и средства их проектирования и моделирования. Разрабатывают новые методы управления и обработки информации, осуществляют поиск новых конструктивных решений и робототехнических систем широкого назначения, их подсистем и отдельных модулей. Анализируя возможности робототехники как учебной дисциплины, авторы настоящей статьи отмечают некоторые компетенции, развивать которые в рамках других дисциплин сложно:

1. Способность адаптироваться к решению различных научных, производственно-технологических задач.

2. Возможность эффективно применять современные информационные технологии в создании программно-аппаратных комплексов и систем.

3. Способность мыслить на стыке компьютерных наук, электроники, систем управления, математики, информатики и физики.

Важным элементом курса робототехника на любом этапе или уровне является соревновательный блок. В процессе изучения робототехники обучающиеся должны принимать участие в турнирах и соревнованиях различного уровня, посещать выставки, что дополнительно стимулирует и к углубленному изучению, и к расширению собственного опыта.

Проведение турниров по робототехнике показывает, что такие мероприятия в университетах становятся все более популярны. Изучая дидактический потенциал робототехники как соревновательной, так и созданием можно отметить важность понимания решения проблем различных робототехнических конструкторов.

Самый распространенный робототехнический конструктор в университетах Казахстана становится конструкция Lego. Более 80% применяемых как в соревновательной, так и ведением робототехнических конструкторов являются конструкторы Lego NXT и Lego EV3. Данные конструкторы имеют следующие достоинства:

1. Большая методическая база на русском языке.

2. Низкий порог вхождения, не требующий высокой квалификации.

3. Конструктор прочный.

К недостаткам данных наборов можно отнести следующие:

- изначально конструктор направлен на развитие интереса к робототехнике и для серьезных задач не предназначен;

- конструктор закрытый, не совместим с компонентами других конструкторов, и невозможно разрабатывать собственные компоненты;

- программирование ведется в основном через специальную визуальную среду программирования.

Особенности конструкторов Lego, делают их незаменимыми на начальном этапе изучения курса Робототехника. Однако ограничения в программировании, а также невозможность их применения для задач автоматизации, требуют на следующем уровне изучения робототехники перехода на более универсальные контроллеры.

На уровне изучения контроллеров как самостоятельных, универсальных, программируемых единиц, можно применять различные как готовые решения, так и самостоятельно выполненные. Учитывая сложность самостоятельного изготовления контроллерных цифровых платформ, где требуются и знания в области электроники и умения изготавливать платы, паять, зачастую выбирают готовые решения. Одним из готовых решений является робототехнический конструктор Arduino.

Платформа Arduino является наиболее распространенной программно-аппаратной площадкой для построения простых систем цифровизации и робототехники, ориентированные на простых пользователей, но имеющие широкие возможности программирования роботов в сравнении с Lego.

Дидактические возможности такой программной и аппаратной платформы следующие:

- сборка электрических схем на макетной плате;
- сборка и программирование простейших механизмов;
- сборка систем цифровизации с возможностью связи между контроллерами Arduino;
- возможность программировать как через среду Arduino IDE, так и используя язык программирования C++.

К достоинствам Arduino можно отнести:

- открытость и совместимость с другими платформами;
- универсальность применения (от простых проектов управления светодиодом до управления различными датчиками через Интернет);
- сравнительно низкая цена.

Платформа также все еще имеют недостатки:

- высокая ломкость (открытая электронная плата с небольшим уровнем защиты от ошибочных подключений);
- не поддерживаются параллельные цифровые технологий и процессы.

В учебном процессе университета данную платформу можно применять для углубленного изучения программирования контроллеров в рамках подготовки будущих инженеров-программистов. Возможности данной платформы позволяют изучать основы управления через различные порты контроллера, управление светодиодами, программировать управление двигателями, обрабатывать данные с различных датчиков.

Сравнивая платформы Lego и Arduino можно выделить следующие их общие отличительные особенности:

- стоимость Arduino составляет в среднем 15 - 20 тысяч тенге. Детали можно докупать по отдельности. В то время как средняя стоимость комплекта

Lego mindstorms ev3 на казахстанском рынке составляет свыше 100 тыс. тенге. Детали нельзя докупать по отдельности;

- комплектующие Arduino представляют собой стандартные радиодетали. Детали Lego являются уникальными;

- габаритные размеры компонентов конструктора Arduino значительно меньше чем у Lego;

- к Arduino можно подключить различные модули и компоненты (в том числе и созданные самостоятельно), в то время как у Lego используются только определенные компоненты и специализированные разъемы;

- контроллер Arduino программируется на языке C++, а для Lego разработан свой собственный язык и графическая среда LabVIEW.

Из данного анализа видно, что платформа Arduino является более универсальным и гибким средством, позволяя конструировать и программировать произвольные программно-аппаратные комплексы, тогда как платформа Lego ограничена набором типовых деталей конструктора, включая датчики и исполнительные механизмы.

Таким образом, курс образовательной робототехники должен быть ориентирован на различные технологические платформы, не сводясь только к изучению Lego или Arduino.

В целом робототехника как учебная дисциплина, необходима для подготовки бакалавров высшего образования технологического и физико-математического профилей. Учителя информатики, обладающие компетенцией в области преподавания робототехники, могут заинтересовать школьников и оказать влияние на выбор профессии в будущем.

Исследуя возможности программируемых контроллеров, авторы статьи отмечают, что Lego целесообразно применять в школах и на младших курсах университетов в рамках дисциплин основы робототехники, тогда как платформу Arduino применять в университетах на старших курсах, когда у обучающихся появляются более глубокие знания языков программирования и исследования архитектуры компьютера (а как следствие понимания принципов работы процессора), радиотехники и микроэлектроники.

Список использованных источников:

1. Бусова С. Ю. Особенности внедрения образовательной робототехники в образовательном учреждении / С. Ю. Бусова // Актуальные вопросы современной педагогики: материалы IV междунар. науч. конф., Уфа, 20-23 ноября 2013 г. – Уфа: Молодой ученый, 2013. – С. 218–220.

2. Вагнер К. А. Внедрение основ робототехники в высшей школе / К. А. Вагнер // Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. – 2013. – № 74-2. – С. 17–19.

С. А. Кульмамиров, и.о. доцента, к.т.н., академик МАИН,
Абдрахманов Д. М., преподаватель кафедры ИСиТ,
Есильский университет, г. Астана

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

Аннотация: Результаты оперативной подготовки военных действий в силовых структурах Республики Казахстан (РК) показал, что эффективность управления военными силами зависит от оперативности расположения боевых расчетов, а также обоснованности и достоверности результатов прогнозирования основных показателей управления вышеуказанными действиями. Целесообразным становится внедрение в деятельность органов военного управления интеллектуальных систем (ИнтС). Предложена структура ИнтС и схема ее применения в ходе аналитической поддержки деятельности военного управления. Сформулированы рекомендации по совершенствованию функций органов военного управления.

Ключевые слова: военное управление, управление войсками, боевые действия, интеллектуальная система, информационная система, программные средства, база данных, база знаний, документооборот.

Аңдатпа: Қазақстан Республикасының (ҚР) қауіпсіздік күштеріндегі әскери операцияларға жедел дайындық нәтижелері әскери күштерді басқарудың тиімділігі жауынгерлік экипаждарды жедел орналастыруға, сондай-ақ осы операциялардың негізгі көрсеткіштерін болжаудың негізділігі мен сенімділігіне байланысты екенін көрсетті. Әскери басқару және бақылау органдарының қызметіне интеллектуалды жүйелерді енгізу барған сайын қолайлы болып келеді. Мақалада интеллектуалды жүйенің құрылымы және оны әскери басқару және бақылау қызметіне аналитикалық қолдау көрсетуде қолданудың негізі ұсынылады. Әскери басқару және бақылау органдарының жұмысын жақсарту бойынша ұсыныстар берілген.

Кілт сөздер: әскери басқару, басқару, жауынгерлік қимылдар, интеллектуалдық жүйе, ақпараттық жүйе, бағдарламалық қамтамасыз ету, мәліметтер базасы, білім базасы, құжат айналымы.

Abstract: The results of operational preparation for military operations in the security forces of the Republic of Kazakhstan (RK) have shown that the effectiveness of military force management depends on the prompt deployment of combat crews, as well as the validity and reliability of forecasting key performance indicators for these operations. The introduction of intelligent systems (IntS) into the activities of military command and control bodies is becoming increasingly feasible.

The article proposes an IntS structure and a framework for its application in providing analytical support for military command and control activities.

Recommendations for improving the performance of military command and control bodies are provided.

Key words: military command, command and control, combat operations, intelligent system, information system, software, database, knowledge base, document flow.

Необходимость внедрения интеллектуальных систем (ИнтС) в различные сферы деятельности общества была подробно обоснована в программе «Цифровая экономика Республики Казахстан», сформированной на основе «Стратегии развития информационного общества в РК» на 2027–2030 годы.

Основной целью принятия данной программы является формирование информационного пространства с учетом развития инфраструктуры страны, создание и применение военных ИКТ, а также формирование новой информационно-технологической основы для экономической сферы РК [1–2].

Необходимость приложения основных положений этой программы для повышения эффективности деятельности органов военного управления была обоснована в ряде научных работ [3–6] в которых подчеркивалось, что применение интеллектуальных систем в интересах совершенствования деятельности органов управления позволит:

- выделять наиболее значимые данные обстановки;
- выполнять очистку данных обстановки на основе заданной классификации в целях повышения их качества и достоверности;
- проводить оперативную аналитическую обработку данных обстановки на основе решения типовых расчетных и аналитических задач;
- выполнять статистический и динамический информационно- поисковый анализ данных обстановки;
- выявлять закономерности и особенности данных боевой обстановки;
- формировать информацию, содержательно интерпретирующую данные обстановки путем их представления в табличном и графическом виде в целях проведения экспертного анализа.

Установлено [5], что для практического применения интеллектуальных систем нужно учитывать ряд особенностей, связанных с существующим положением дел в области автоматизации деятельности ОВУ, а также большие издержки и риски, которые неизбежно будут сопровождать их реализацию.

Такими особенностями являются:

- разнородность - данные измеряются в разных шкалах; неполнота - имеются пропуски в данных;
- неточность - данные измеряются с погрешностями;
- противоречивость - разные результаты, получаемые путем наблюдения над одинаковыми объектами;
- избыточность - наличие неиспользуемых статистических данных;
- не структурированность - отсутствие описания признаков данных;
- качество - наличие нетривиальных критериев качества данных.

В применяемых сегодня ИС военного назначения (ИС ВН) неполнота исходных данных обстановки существенно снижает возможности информационно- аналитической поддержки решений, принимаемых руководящими лицами этих органов управления, либо вообще не позволяет осуществить такую поддержку [6]. Большинство применяемых ИС в лучшем случае позволяют обобщать данные обстановки о произошедших событиях, оценивать исполнительскую дисциплину должностных лиц или степень достижения ими значений показателей деятельности на основе бинарной оценки «выполнено - не выполнено». При этом управленческие решения принимаются только на основе опыта и интуиции руководящих лиц органов управления.

С учетом того, что в ходе ведения боевых действий в среде силовых структур, схожие ситуации практически отсутствуют, создание алгоритмов, пригодных для всех случаев боевого управления военными силами становится практически невозможным [6].

Следовательно, интеллектуальные системы должны стать ключевыми инструментами, обеспечивающими повышение эффективности деятельности военных структур. Результаты проведенных исследований показали, что для успешного применения интеллектуальных систем необходимо решить ряд проблем, к числу которых относятся:

- изучение и формализация различных схем умозаключений должностных лиц на основе разнородной информации, используемой в процессе решения поставленных задач;

- разработка методов структуризации, классификации и формализации знаний из различных проблемных областей;

- создание диалоговых процедур общения на естественном языке, обеспечивающих контакт между интеллектуальной системой и должностными лицами в процессе решения поставленных задач; обучение интеллектуальной системы в процессе ее деятельности, создание алгоритмов накопления и обобщения знаний.

Анализ обсуждаемых задач позволяет сделать вывод, что большинство из них являются многокритериальными задачами, для решения которых приходится учитывать большое число факторов, интересов и последствий, характеризующих варианты принимаемых решений. При этом для происходящих военных процессов характерно вероятностное поведение, связанное с воздействием множества объективных и субъективных факторов (например, изменение боевой обстановки).

Отсюда вытекает потребность в такой интеллектуальной системе, которая бы взяла на себя все формализованные функции должностных лиц и оказала бы им существенную поддержку при решении трудно формализуемых задач. Применение таких систем создаст условия для объединения в единое целое всего многообразия разнородной информации к виду, позволяющему представлять обстановку адекватно реальной.

В частности, для повышения эффективности управления боевыми действиями необходимо создание и внедрение интеллектуальной системы, связанной с обеспечением разведывательной информацией, с проведением оценки обстановки, с планированием и управлением боевыми действиями, с обеспечением взаимодействия и всестороннего обеспечения проводимых операций. Схема возможного применения военной интеллектуальной системы представлена на рисунке 1.

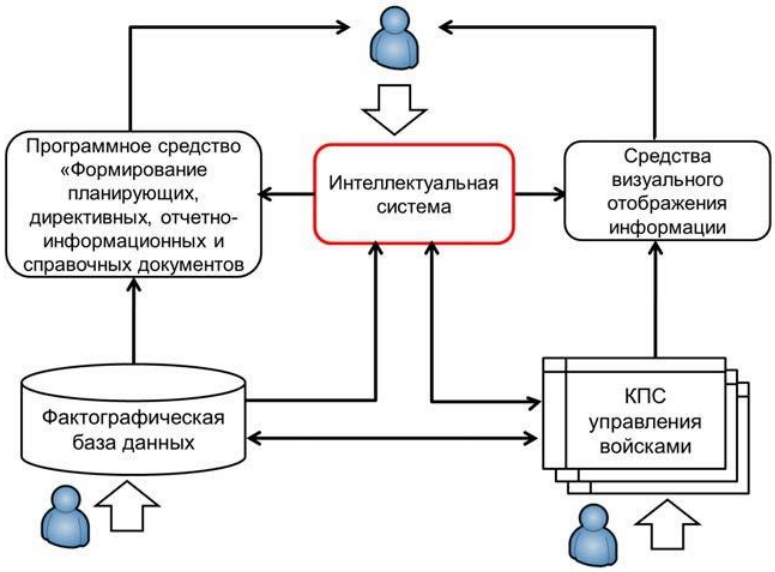


Рисунок 1 - Схема применения интеллектуальной системы в деятельности ОВУ

В соответствии со схемой, данные текущей обстановки вводятся в фактографическую базу данных, предназначенную для регистрации и хранения данных обстановки, а также данных об используемых объектах предметной области. В результате, в фактографической БД формируются данные для:

- работы программного средства «Формирования системы планирующих, директивных, отчетно- информационных и справочных документов»;
- расчета с помощью программных средств управления войсками;
- оценки данных обстановки и получения новых знаний в среде ИнтС.

Результаты моделирования, выполненные с помощью КПС управления войсками, и результаты решения информационно-расчетных задач заносятся в фактографическую БД, поступают для анализа в интеллектуальную систему и отображаются на средствах визуализации информации.

Необходимость применения в рассматриваемой схеме интеллектуальной системы обусловлена тем, что использование должностными лицами органов управления только моделей и информационно- расчетных задач является недостаточным для принятия обоснованных управленческих решений. В частности, применение математического моделирования в каждом конкретном случае требует наличия адекватной модели и измеримости исследуемых характеристик, что в реальности встречается достаточно редко [10]. Структура интеллектуальной системы показана на рисунке 2.

Ее составными частями являются:

- средства общения с пользователями, позволяющие осуществлять обмен данными между ними и интеллектуальной системой, путем преобразования поступающих сообщений в форму представления базы знаний, а также переводить внутреннее представление результата обработки сообщения базой знаний в формат, понятный должностным лицам;

- механизм вывода информации, позволяющий получать от средств общения с пользователями преобразованный во внутреннее представление запрос, формировать из базы знаний конкретный алгоритм решения задачи, выполнять данный алгоритм, а полученный результат решения предоставлять средствам общения с пользователями для выдачи ответа на поступающие запросы;

- механизм объяснения, необходимый для получения обоснованных путей выхода из проблемной ситуации. При этом возможна выдача должностным лицам цепочки рассуждений до требуемой контрольной точки с заранее подготовленными комментариями;

- механизм приобретения знаний, необходимый для ввода полученных знаний в базу знаний и их последующего обновления.

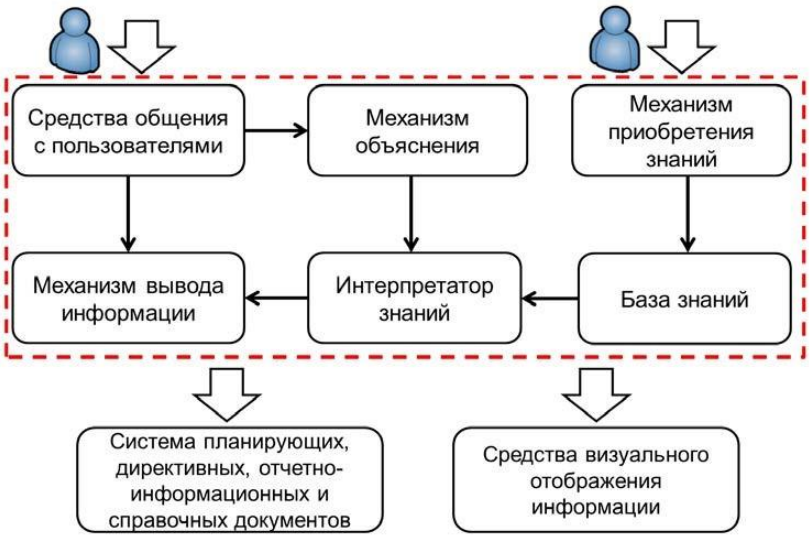


Рисунок 2 - Структура интеллектуальной системы

Применение интеллектуальной системы позволит, в условиях априорно неполной информации, формировать недостающие исходные данные обстановки и контролировать корректность вводимых данных. Это позволит обрабатывать и выдавать требуемую информацию, а также рассчитывать все варианты последующих действий войск. При этом применение интеллектуальной системы для обработки результатов моделирования позволит прогнозировать действия по выполнению поставленных задач и оценивать их результаты по выбранным показателям и критериям.

Применение в интеллектуальной системе базы знаний позволит накапливать и структурировать информацию о принятых управленческих решениях в различных ситуациях, предлагать варианты управленческих решений,

быстро реагировать на изменения текущей обстановки, а также запоминать результаты своих прошлых действий и руководствоваться ими в дальнейшей работе [6].

Целесообразно, чтобы рассматриваемая база знаний объединяла функционал управления знаниями, анализа данных обстановки и интеллектуальной поддержки принятия решений, а ключевым принципом ее работы должно стать накопление знаний, которые могут быть напрямую использованы должностными лицами. Это позволит объединить технологии, реализуемые в системах поддержки принятия решений, и технологий онтологического хранения данных. В совокупности эти технологии способны сформировать решение, гибкость которого окажется достаточной для интеллектуального сопровождения боевых действий.

При создании рассматриваемой интеллектуальной системы целесообразно использовать технологии нейронных сетей, что связано с необходимостью учета исторических особенностей исследуемых процессов. При этом применение классической рекуррентной нейронной сети является нецелесообразным ввиду ее неспособности к управляемому сохранению информации о предыдущих итерациях и высокой скорости замещения памяти нейронной сети.

Предлагается интеллектуальную систему построить на основе нейронной сети с долгой краткосрочной памятью - особой разновидности архитектуры рекуррентных нейронных сетей, способной к обучению долговременным зависимостям.

Рассмотрим применение ИнтС при автоматизированной разработке системы планирующих, директивных, отчетно- информационных и справочных документов, формируемых должностными лицами ОВУ в ходе решения поставленных задач. Такая система документов должна быть сформирована на основе данных содержащихся в фактографической БД, с поддержкой автоматического наполнения данными обстановки (о состоянии войск, местности, военных объектов), а также знаниями, полученными из ИнтС на основе результатов моделирования информационно-расчетных задач.

В соответствии с правилами организации электронного документооборота, каждый формируемый документ должен включать реквизитную и содержательную части. В связи с этим, для автоматизированного формирования системы документов каждому блоку содержательной части документа также должен быть присвоен уникальный идентификатор, связанный с заданными разделами фактографической БД.

В результате будет сформирован формуляр документа - структурированное описание содержательной части документа. При этом одному формуляру может соответствовать несколько шаблонов документов (рисунок 3).

После запуска процесса формирования шаблона документа в каждое имеющее у него «поле для ввода» будут автоматически загружены данные из соответствующего формуляра документа и информация из интеллектуальной

системы. Возможный вид шаблона документа «Предварительное боевое распоряжение» представлен на рисунке 4. При заполнении поля шаблона «Постановка задач войскам» возникает объективная необходимость применения интеллектуальной системы.



Рисунок 3 - Представление шаблона документа на основе данных формуляра и информации из интеллектуальной системы

Применение ИнтС системы позволит сформировать обоснованные весовые коэффициенты для расчета интегральных показателей, характеризующих различные варианты порядка оперативного построения группировки войск, учесть исторические данные об объектах управления, построить корректный прогноз по дальнейшему развитию событий и выполнить свертку исследуемых показателей с учетом рассчитанных весовых коэффициентов.



Рисунок 4 - Возможный вид шаблона документа

Таким образом, на основе изложенного материала сформулируем рекомендации, выполнение которых актуально и сейчас.

К таким рекомендациям относятся [9]:

– внедрение новых технических решений, реализуемых на основе территориально- распределенной обработки данных, с использованием «облачных технологий», которые обеспечат формирование виртуального пространства военных действий любого масштаба;

– обеспечение перехода от документального к фактографическому обмену данными в интересах повышения оперативности управления (в первую очередь процесса разработки документов) в реальном масштабе времени с широким использованием интеллектуальных систем, ориентированных на непрерывный мониторинг обстановки;

– реализация комплексной автоматизации всего информационно-вычислительного процесса информационной поддержки деятельности ОВУ взаимоувязанными компонентами программного, информационного и лингвистического обеспечения;

– проведение работ по дальнейшему совершенствованию и модернизации АС ВН с целью внедрения интеллектуальных технологий;

– уточнение состава информации, подлежащей обмену между ОВУ и синхронизация деятельность участников информационного взаимодействия;

– организация профессиональной подготовки должностных лиц ОВУ по вопросам применения интеллектуальной системы с привлечением специалистов промышленности.

Необходимо отметить, что практическое применение ИнтС связано с необходимостью преодоления препятствий, к числу которых относятся [10]:

- отсутствие у должностных лиц ОВУ, воспитанных на традиционных технологиях и методах труда, глубокого понимания необходимости внедрения интеллектуальных систем;

- отсутствие единства взглядов на создание интеллектуальных систем у должностных лиц органов управления;

– недостаток специалистов, профессионально подготовленных к внедрению и применению ИнтС.

Список источников литературы:

1. Буренок В. М., Дурнев Р. А., Крюков К. Ю. Разумное вооружение: будущее искусственного интеллекта в военном деле // Вооружение и экономика. 2018. № 1 (43). С. 45–54.

2. Ямпольский С. М., Анисимов Е. Г. Концептуальные и методологические основы создания систем информационно- аналитического обеспечения деятельности органов военного управления: монография. М.: Изд-во ВАГШ ВС РФ, 2018. 152 с.

3. Ямпольский С. М., Анисимов Е. Г., Анисимов В. Г. Научно-методические основы информационно-аналитического обеспечения деятельности органов военного управления в ходе межведомственного информационного взаимодействия: монография. М.: Изд-во ВАГШ ВС РФ, 2019. 146 с.

4. Буренок В. М. Применение искусственного интеллекта в военном деле // Арсенал отечества. 2018. № 1 (33). С. 18–22.

5. Добролюбова Е. И., Юшаков В. Н., Ефремов Л. А., Клочкова Е. Н. Талапина Э. В., Старцев Я. Ю. Цифровое будущее государственного управления. М.: Дело, 2019. 114 с.

8 Тельнов Ю. Ф. Интеллектуальные информационные системы. М.: Бином, 2004. 82 с.

9 Исаев Д. В. Системы принятия решений. М.: Юрайт, 2016. 292 с.

10 Рыбина Г. В. Построение интеллектуальных систем. М.: Финансы и стат., 2014. 432 с.

Кульмамиров С. А., к.т.н., доцент, академик МАИН,
Абдрахманов Д. М., преподаватель кафедры ИСиТ,
Есильский университет, Астана.
Кошоева Б. Б., к.т.н., доцент,
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек

ВОЗМОЖНОСТИ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ» В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация: Для понимания развития «Интернета вещей» (IoT) в промышленности в тезисе докладов приведен обзор современных исследований в сфере IoT, ключевых технологий и основных приложений IoT в промышленности, а также перечислены текущие проблемы и определены будущие тенденции.

Ключевые слова: Интернет вещей, RFID, беспроводная сенсорная сеть, архитектура и безопасность в Интернете вещей, киберфизические системы, цифровая экономика, умные системы.

Аңдатпа: Интернет заттарының (ИЗ) өнеркәсіптегі дамуын түсіну үшін бұл мақалада ИЗ саласындағы қазіргі зерттеулерге, негізгі технологияларға және өнеркәсіптегі ИЗ негізгі қолданбаларына, сондай-ақ қазіргі қиындықтар мен болашақ үрдістерге шолу жасалынды.

Кілт сөздер: Заттар интернеті, RFID, сымсыз сенсорлық желі, ЗТ архитектурасы және қауіпсіздігі, киберфизикалық жүйелер, сандық экономика, ақылды жүйелер.

Abstract: To understand the development of the Internet of Things (IoT) in industry, this article provides an overview of current IoT research, key technologies, and major IoT applications in industry, as well as current challenges and future trends.

Keywords: Internet of Things, RFID, wireless sensor network, IoT architecture and security, cyber-physical systems, digital economy, smart systems.

Сейчас в наше время мы предполагаем, что «Интернет вещей» (Internet of things, IoT) предложит многие перспективные решения проблем по преобразованию функционирования и роли многих промышленных систем и реализации новых инновационных бизнес-процессов. В качестве примера можно указать на такие преобразования, как IoT используется для создания интеллектуальных транспортных систем, благодаря которым появляется возможность отслеживать местоположение каждого транспортного средства, вести мониторинг его передвижения, а также предсказывать его будущую дислокацию и вероятный дорожный трафик.

Термин «Интернет вещей» изначально был предложен для обозначения однозначной идентификации свойств объектов, связанных посредством технологии радиочастотной идентификации RFID [1] (рисунок 1). Позже он стал затрагивать гораздо больше технологий, таких как датчики, приводы, GPS- и мобильные устройства (рисунок 2).

Сегодня общепринятое определение «Интернета вещей» следующее (рисунок 2): динамическая глобальная сетевая инфраструктура с самостоятельной настройкой возможностей на основе стандартных и совместимых протоколов связи, где физические и виртуальные «вещи» имеют идентификаторы, физические атрибуты и виртуальные персоналии, используют интеллектуальные интерфейсы и легко интегрируются в информационную сеть [2].

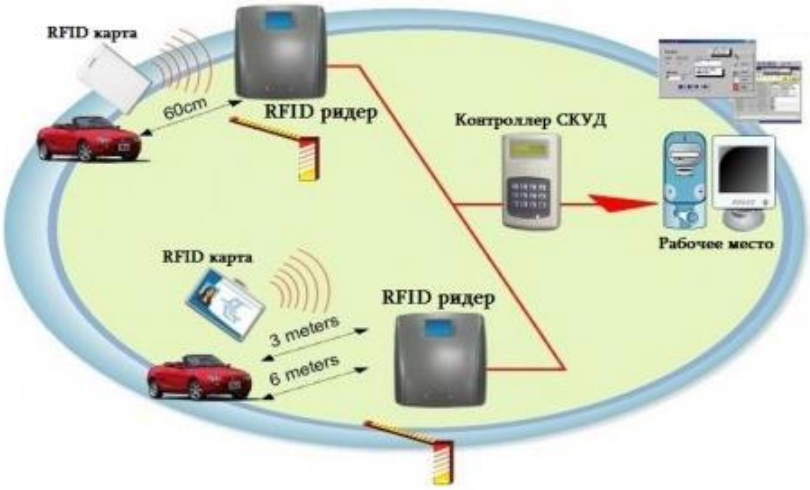


Рисунок 1 – Использование технологии радиочастотной идентификации RFID

В частности, интеграция датчиков/приводов и RFID-меток служит основой для «Интернета вещей» и объясняет, как различные физические предметы и устройства вокруг нас могут быть связаны с Интернетом, а также позволяет этим объектам и устройствам взаимодействовать друг с другом для достижения общих целей [3].

Интерес к использованию технологии IoT в различных отраслях промышленности возрастает [4]. Проекты по внедрению промышленного «Интернета вещей» уже были реализованы в таких областях, как сельское хозяйство, пищевая промышленность, экологический мониторинг, видеонаблюдение и др. Между тем число публикаций про «Интернет вещей» стремительно растет.

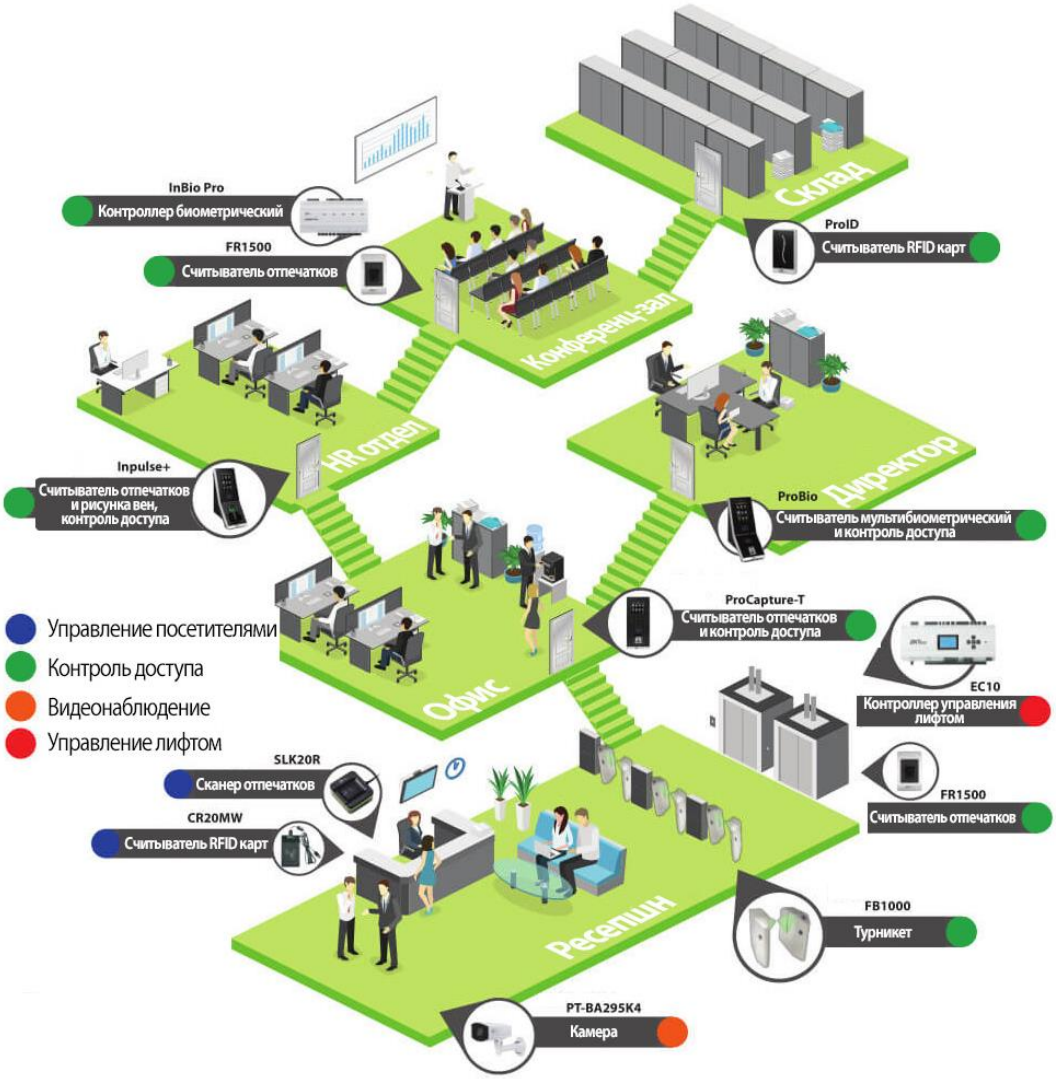


Рисунок 2 – Многофункциональная профиль посетителя в офис

Авторами был проведен обширный анализ литературы, изучив соответствующие статьи из пяти основных академических баз данных (IEEE Xplore, Web of Knowledge, ACM digital library, INSPEC и ScienceDirect), для того чтобы помочь читателями и исследователям понять текущее положение «Интернета вещей» в промышленности и перспективы исследований, касающихся его использования. «Интернет вещей» уже рассматривается в качестве глобальной сетевой инфраструктуры, состоящей из подключенных устройств, которые используют сенсорные и коммуникационные, сетевые и информационные технологии [5].

Основополагающей технологией для «Интернета вещей» является технология RFID, позволяющая микрочипам посредством беспроводной связи передавать считывателям идентификационную информацию (рисунок 1). С помощью RFID-считывателей люди могут идентифицировать, отслеживать и контролировать любые объекты, автоматически подключенные с помощью RFID-меток [6]. Технология RFID широко используется в логистике, фармацевтическом производстве, розничной торговле и управлении цепочками поставок начиная еще с 1980-х гг. [7, 8]. Другая основополагающая технология для IoT – это беспроводные сенсорные сети (WSN), которые в основном используют взаимодействующие интеллектуальные датчики (сенсоры) для совместной работы и мониторинга. Область их применения включает в себя мониторинг окружающей среды, медицинский мониторинг, производственный контроль, мониторинг трафика [9-10].

Достижения в обеих технологиях (RFID и WSN) внесли значительный вклад в развитие «Интернета вещей». Кроме того, теперь множество других технологий и устройств, таких как штрихкоды, смартфоны, социальные сети и облачные вычисления, также используется для формирования широкой сети поддержки IoT [09] (рисунок 3).

Сегодня IoT набирает популярность в логистике, отраслях промышленности, розничной торговле и фармацевтике (рисунок 4). В связи с развитием беспроводной связи, смартфонов и датчиков сетевых технологий все больше и больше сетевых «вещей», или «умных» объектов, участвуют в IoT. В результате все эти IoT-технологии оказывают значительное влияние на развитие новых ИКТ, технологии корпоративных и интеллектуальных систем.

Чтобы обеспечить высокое качество услуг для конечных пользователей, в рамках «Интернета вещей» должны быть разработаны технические стандарты, спецификации, определяющие обмен информацией и ее обработку, а также связи между вещами. Успех в использовании IoT зависит от стандартизации, которая обеспечит операбельность, совместимость, надежность и эффективную работу в мировом масштабе [15].

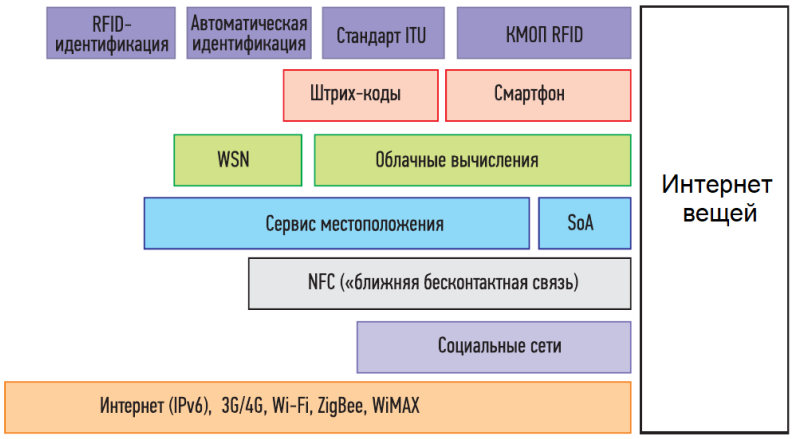


Рисунок 3 – Технологии, связанные с «Интернет вещей»

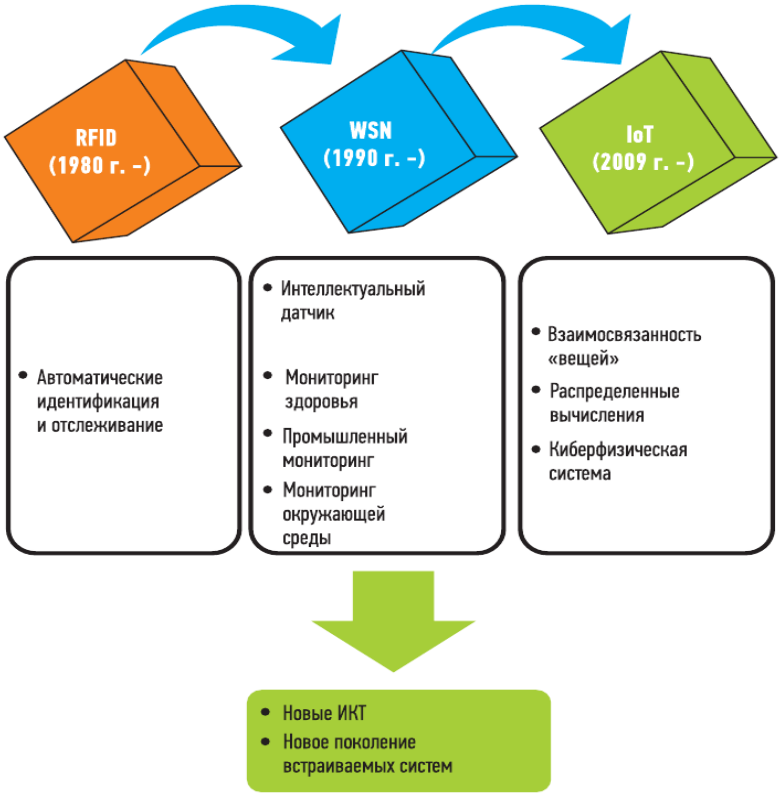


Рисунок 4 – Влияние достижений IoT на современное развитие ИКТ и интеллектуальных систем управления

Многие страны и организации заинтересованы в разработке стандартов для IoT, так как это может принести огромную экономическую выгоду в будущем. Сегодня Международный телекоммуникационный союз, Международная электротехническая комиссия, Международная организация по стандартизации, Институт инженеров электротехники и электроники, Европейский Комитет по электротехнической стандартизации, Американский национальный институт стандартов занимаются разработкой различных стандартов для «Интернета вещей» [14-15].

При этом необходимо согласовывать стандартизации различных организаций с международными стандартами, а также национальными и региональными организациями по стандартизации [14]. Благодаря созданию общепринятых стандартов разработчики и потребители смогут использовать приложения и сервисы IoT в больших масштабах при сохранении развития и расходов (на техническое обслуживание) в долгосрочной перспективе. Стандартизация технологий IoT также ускорит их распространение.

Технологии идентификации и отслеживания, применяемые в IoT, включают системы RFID, штрих коды и интеллектуальные датчики (рисунок 2). Простая RFID-система состоит из RFID-считывателя и RFID-метки (рисунок 5). Благодаря способности этой системы к выявлению и отслеживанию устройств и физических объектов она все чаще используется в промышленных

отраслях, таких как логистика, управление цепями поставок, служба мониторинга здоровья [1-3].



Рисунок 5 – Структура технологии радиочастотной идентификации

Другое преимущество системы RFID заключается в предоставлении точной информации в режиме реального времени о подключенных устройствах, что позволяет сократить затраты на рабочую силу, упростить бизнес-процессы, повысить точность информации об оборудовании и в итоге улучшить общую экономическую эффективность.

Сейчас развитие технологий RFID фокусируется на следующих аспектах [4-7]: активные RFID-системы с расширенным спектром передачи и технология управления RFID-приложениями [7-8] Также существует много возможностей для развития RFID-приложений. Например, RFID-технология может быть интегрирована с WSN для лучшего выявления «вещей» и слежения за ними в режиме реального времени (рисунок 2).

Развивающиеся беспроводные интеллектуальные сенсорные технологии, такие как электромагнитные датчики, биосенсоры, встроенные датчики, датчики тегов, независимые теги и сенсорные устройства, в дальнейшем поспособствуют внедрению и развертыванию производственных служб и приложений. Посредством интеграции данных, полученных интеллектуальными датчиками с помощью RFID, могут быть созданы более мощные приложения IoT, которые подходят для индустриальной среды.

Реализация «Интернета вещей» может содержать множество электронных аппаратов, мобильных устройств и промышленного оборудования. Разным «вещам», которые можно подключить к сетевым и коммуникационным технологиям, соответствуют различные способы коммуникации, соединения по сети, обработки и хранения данных, а также пропускания электроэнергии. Например, многие смартфоны сейчас обладают качественной связью, богатыми сетевыми возможностями и способами обработки и хранения данных, а в мониторах сердечного ритма наблюдаются лишь ограниченные возможности коммуникации и вычислений. «Интернет вещей» включает в себя ряд гетерогенных сетей, таких как WSN, беспроводные ячеистые сети, WLAN и LoraWAN. Они помогают «вещам» в IoT обмениваться информацией.

Сетевой шлюз в состоянии облегчить коммуникацию или взаимодействие различных устройств посредством Интернета, а также может использовать свою «сеть знаний» для локального выполнения алгоритмов оптимизации, что позволяет применять его при обработке множества сложных аспектов коммуникации в сети [44]. Многим устройствам для работы нужны аккумуляторы, и поэтому снижение энергопотребления является для них одной из главных проблем. Напротив, для устройств с постоянным питанием улучшение энергосбережения чаще всего не является первоочередной задачей. IoT также значительно выиграет от использования существующих протоколов Интернета, таких как IPv6, поскольку это позволит напрямую обращаться необходимым «вещам» через Интернет [3, 6, 9].

Основные коммуникационные протоколы и стандарты включают в себя радиочастотную идентификацию RFID (например, ISO 18000 6c EPC Class 1 Gen 2), NFC, IEEE 802.11 (WLAN), IEEE 802.15.4 (ZigBee), IEEE 802.15.1 (Bluetooth), мультихоп-беспроводные датчики и ячеистые сети, маломощные беспроводные персональные пространственные сети IETF (6LoWPAN), межмашинные соединения (M2M), а также традиционные IP-технологии (IPv6). Для беспроводных сетей существует довольно много слоев пересекающихся протоколов: беспроводные датчики и приводные сети (WSAN) или ad-hoc-сети (AHNs) [15]. Однако они должны быть переработаны, прежде чем подойдут для применения в «Интернете вещей». Причина в том, что «вещи» в IoT часто обладают весьма разнообразными возможностями коммуникаций и вычислений, а также различными требованиями к качеству сервиса (QoS). Узлы в WSN имеют схожие требования к оборудованию и сетям связи. Кроме того, в сети IoT для поддержки обмена информацией используется Интернет, но в отличие от WSN и AHN Интернет не нужно «включать», чтобы обеспечить соединение.

Управление сервисами в «Интернете вещей» связано с их реализацией и качеством, которые отвечают потребностям пользователей и приложений. Сервис-ориентированную архитектуру (англ. Service-oriented Architecture, SOA) можно использовать для инкапсуляции услуг, скрывая детали их реализации, например, используемые протоколы [45]. Это дает возможность разделить компоненты в системе.

Более того, динамический характер приложений «Интернета вещей» требует от него последовательного предоставления надежных услуг. Эффективная сервис-ориентированная архитектура может минимизировать негативные последствия, вызванные перемещением устройства или отказом батареи. Хорошим примером является OSGi-платформа (Open Services Gateway Initiative - спецификация динамической модульной системы и сервисной платформы для Java-приложений) [15], которая применяет динамическую сервис-ориентированную архитектуру (dynamic SOA architecture) для развертывания интеллектуальных сервисов. С этой целью OSGi используется в различных

контекстах - например, для мобильных приложений, плагинов, серверов приложений. В «Интернете вещей» композиция сервисов на базе OSGi-платформы можно реализовать посредством Apache Felix iPoJo [16]. Сервис представляет собой сбор данных, а также режимы, которые необходимы, чтобы выполнить определенную функцию, обслужить устройство или его части. Сервис может предоставляться различными способами: так, он может ссылаться на другие первичные или вторичные сервисы и/или на набор характеристик сервиса.

Сервисы можно разделить на два типа: первичные и вторичные. Первые выполняют первичные функции в узле IoT, и их можно рассматривать как основные компоненты сервиса, которые могут быть включены в другой сервис. Вторые могут предоставлять вспомогательные функции для основного сервиса или другие дополнительные услуги. Сервис может обладать одним или несколькими признаками, которые определяют структуры данных, разрешения, дескрипторы и прочие атрибуты сервисов [16]. В сервис-ориентированном IoT сервисы могут быть созданы и развернуты поэтапно:

1) развитие структурной платформы сервисов;
2) интегрирование функциональных возможностей устройств;
3) предоставление единого комплекса сервисов.

«Интернет вещей» также позволяет создать зеркало для каждого реального объекта в IoT. Кроме того, IoT имеет сервис-ориентированную и связанную архитектуру, в которой виртуальные и физические объекты могут взаимодействовать между собой. Сервис-ориентированный IoT позволяет каждому из компонентов предлагать свои функциональные характеристики в качестве стандартных сервисов, что значительно повышает эффективность как всех устройств, так и сетей, участвующих в «Интернете вещей».

Всем известно, что IoT-приложения пока находятся на относительно ранней стадии развития [12-14]. Однако «Интернет вещей» уже используется все чаще. Довольно много приложений для IoT разрабатывается и используется для мониторинга окружающей среды, в службах здравоохранения, управлении товарными запасами и продукцией, а также в сферах, связанных с продуктами питания, транспортом, поддержкой рабочих мест и домов, обеспечением безопасности и видеонаблюдения.

Давайте сформируем фокус именно на промышленных приложениях IoT, для разработки которых необходимо решить несколько задач. В зависимости от предполагаемой области применения дизайнерам нужно найти некий компромисс для достижения баланса между издержками и выгодами [14]. Ниже приведены некоторые приложения IoT в промышленности.

Например, обеспечение безопасности на шахтах является большой проблемой для многих стран в связи с условиями труда на подземных рудниках. В целях предотвращения и уменьшения количества несчастных случаев необходимо использовать технологии IoT, которые смогут принимать аварийные

сигналы из шахты [13]. С помощью RFID, Wi-Fi технологий и устройств беспроводной связи, обеспечивающих эффективное взаимодействие между наземным и подземным пространствами, горнодобывающие компании смогут отслеживать местоположение шахтеров и анализировать критически важные данные по безопасности, полученные от датчиков.

Еще одним полезным приложением являются химические и биологические сенсоры, применяемые для диагностики и раннего определения заболеваний у шахтеров, что особенно важно, поскольку они работают в опасных условиях. Эти сенсоры можно использовать для получения биологической информации о состоянии человеческого тела и органов, для выявления опасной пыли, вредных газов и других факторов окружающей среды, которые могут стать причиной несчастных случаев. Проблема использования всех этих технологий заключается в том, что беспроводным устройствам нужна энергия, которая потенциально может привести к взрыву газа в шахте. Это означает, что необходимы дополнительные исследования характеристик безопасности IoT-устройств, используемых в горнорудной промышленности.

Роль «Интернета вещей» в транспортной и логистической отраслях промышленности становится все более значимой [10]. Поскольку все больше и больше физических объектов оснащаются штрих кодами, RFID-метами или датчиками, транспортные и логистические компании могут отслеживать в реальном времени движение физических объектов от исходного пункта к месту назначения по цепочке поставок, наблюдая за производством и доставкой.

Кроме того, ожидается, что IoT предоставит перспективные решения для преобразования транспортных систем и автомобильных сервисов [11]. Так как средства передвижения обладают все более мощными сетевыми и коммуникативными возможностями, а также средствами зондирования и обработки данных, «Интернет вещей» можно использовать как для их улучшения, так и для того, чтобы делиться малоиспользуемыми ресурсами с другими автомобилями на парковке или на дороге. Например, интеллектуальная информационная система (iDrive), недавно разработанная компанией BMW, использует различные датчики и метки для мониторинга обстановки, в частности отслеживания местоположения транспортного средства и обеспечения схемы проезда [12].

В ближайшем будущем можно будет увидеть развитие автомобильного автопилота (рисунок 6), который сможет обнаруживать пешеходов или другие транспортные средства, а также маневрировать таким образом, чтобы избежать столкновения [13]. Также для широкого применения «Интернета вещей» в сфере транспорта и логистики важны безопасность и защита конфиденциальности, так как многие водители опасаются утечки информации и вторжения в частную жизнь. Разумные усилия с помощью технологий, законов и регулирования будут необходимы для предотвращения несанкционированного доступа или раскрытия конфиденциальных данных.

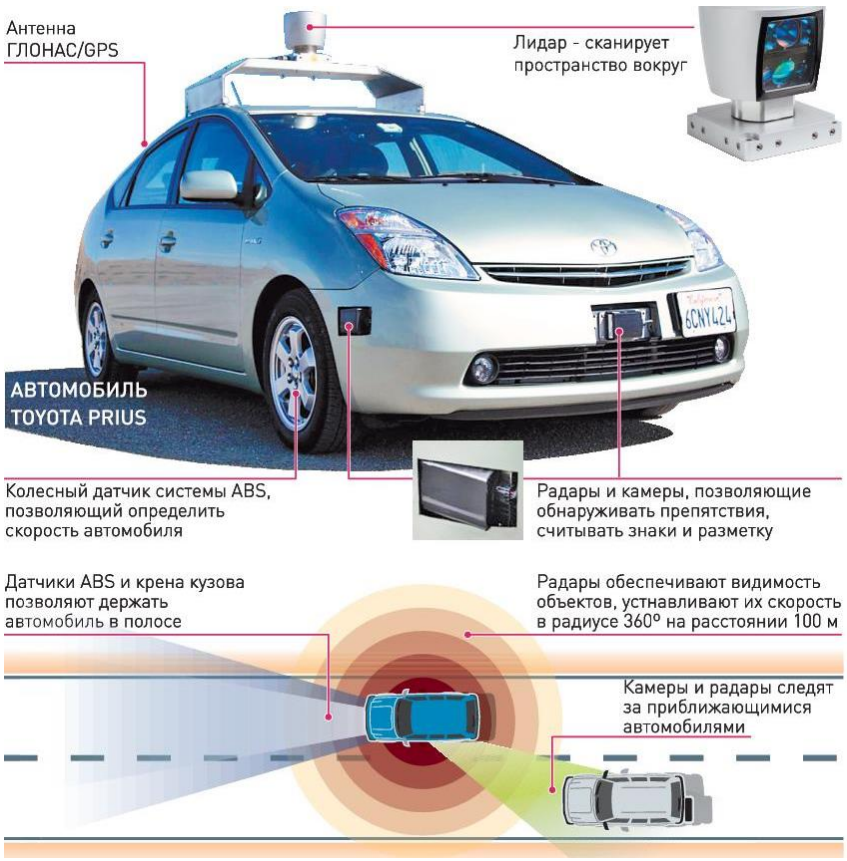


Рисунок 6 – Функциональная схема устройства беспилотного автомобиля

Общепризнано, что технологии и приложения «Интернета вещей» пока что находятся в состоянии начального развития. Все еще остается множество научных проблем внедрения IoT в промышленность, касающихся технологий, стандартизации, безопасности и конфиденциальности [14]. В будущем необходимо стремиться к их решению, изучая особенности различных отраслей индустрии, для того чтобы обеспечить оптимальное внедрение IoT-устройств в промышленных условиях. Отраслевую специфику и требования к таким факторам, как стоимость, безопасность, конфиденциальность и риски, необходимо осознать еще до того, как «Интернет вещей» начнет широко использоваться в промышленности.

Хотя уже было проведено немало исследований по технологиям IoT, остается еще много существующих технических проблем:

1) Дизайн сервис-ориентированной архитектуры (SOA) для IoT доставляет определенные трудности, так как сервис-ориентированные «вещи» могут пострадать от своей производительности и ценовых издержек. Возникают проблемы с масштабируемостью, включая обработку и передачу данных по сети, а также обеспечение сервисов.

2) «Интернет вещей» является сложной гетерогенной сетью, включающей в себя соединения между разными типами сетей с помощью различных

решений ИКТ. В настоящее время отсутствует общепринятая единая платформа, которая скрывает неоднородность выделенных сетевых/коммуникативных технологий и обеспечивает прозрачность именованных сервисов для различных приложений. Передача больших по объему данных по сети в одно и то же время также может стать причиной частых задержек, конфликтов и коммуникативных проблем. Эта задача может быть разрешена путем сбора данных с помощью большого количества устройств. Управление связанными «вещами» с точки зрения облегчения взаимодействия субъектов и администрирования адресации, идентификации и оптимизации устройств на уровне протоколов является одной из важных исследовательских задач.

3) Отсутствие общепринятого языка описания делает затруднительным развитие сервиса и усложняет интеграцию ресурсов физических объектов в сервисы, приносящие дополнительный доход (VAS-сервисы). Развитые сервисы могут быть несовместимы с разным коммуникационным и внедренным окружением. Для распространения IoT должны быть разработаны мощные методы обнаружения сервисов для объекта [14].

4) Так как «Интернет вещей» часто развивается на основе традиционного ИКТ-окружения и на него влияет все, что подключено к сети, потребуется много работы, чтобы провести интеграцию IoT с существующими, в том числе устаревшими, ИТ-системами в единую информационную инфраструктуру. Большое количество подключенных к Интернету связанных «вещей» будет автоматически воспроизводить в режиме реального времени огромный поток данных [13-14], которые не будут иметь особого смысла, если люди не смогут найти эффективный способ их анализа и понимания [14]. Анализ или осмысление больших объемов данных, генерируемых как приложениями IoT, так и существующими ИТ-системами, потребует серьезных навыков, и это может оказаться сложным для многих конечных пользователей.

5) Для интеграции IoT-устройств с внешними ресурсами, такими как существующие программные системы и веб-сервисы, необходимы разработки различного промежуточного ПО, так как приложения сильно разнятся по отраслям. Выстраивание практических приложений, в которых разнородные и зависящие от «Интернета вещей» данные комбинируются с обычными, может оказаться сложной задачей для различных отраслей промышленности.

Быстрое развитие «Интернета вещей» также усложняет развитие стандартизации в этой отрасли. Однако именно она играет важную роль в дальнейшем становлении и распространении «Интернета вещей». Стандартизация в IoT призвана снизить барьеры для входа новых поставщиков сервисов и пользователей, служит для улучшения взаимодействия различных приложений и сервисов, а также для обеспечения лучшего качества продуктов или сервисов более высокого уровня. Достаточная координация усилий в процессе стандартизации обеспечит устройствам и приложениям из разных стран возможность обмениваться информацией [12]. Различные стандарты, используемые в IoT (например, стандарты безопасности, связи и идентификации), могут оказаться

ключевыми факторами для распространения и разработки технологий IoT. К специфическим вопросам в области стандартизации «Интернета вещей» относятся проблемы совместимости, уровня радиодоступа, семантической интероперабельности, а также безопасности и конфиденциальности [12-13]. Также рекомендуется разработать и отраслевые стандарты или инструкции для упрощения интеграции различных сервисов при внедрении «Интернета вещей» в промышленность.

Широкое распространение новых технологий и сервисов «Интернета вещей» будет во многом основываться на информационной безопасности и защите конфиденциальности данных, которые становятся проблематичными в IoT из-за особенностей их развертывания, мобильности и комплексности [15]. Многие из существующих сегодня технологий доступны для бытового использования, но не подходят для промышленных приложений, в которых предъявляются повышенные требования по безопасности.

Существующие технологии шифрования, заимствованные из WSN (беспроводной сенсорной сети) или других сетей, должны быть тщательно проверены перед их использованием для защиты информации при реализации «Интернета вещей». Так как IoT позволяет многие повседневные вещи отслеживать, мониторить и связывать, значительное количество личной и персональной информации может собираться автоматически [14]. Защита приватности в среде «Интернета вещей» станет более серьезной, чем в традиционной среде ИКТ, так как количество векторов атак на «вещи» IoT, видимо, будет намного больше [15].

К примеру, монитор здоровья будет собирать данные пациента, такие как частота сердечных сокращений и уровень сахара в крови, а затем отправлять информацию непосредственно в кабинет врача по сети. При этом она может быть украдена или взломана. Другой пример: биодатчик, используемый в пищевой промышленности. Он может применяться для мониторинга температуры и бактериального состава продуктов питания, хранящихся в холодильнике. Когда что-то портится, данные об этом отправляются на предприятие через сеть. Однако такая информация должна быть строго конфиденциальной, чтобы защитить репутацию пищевой отрасли промышленности [13].

Следует отметить, что некоторые вопросы, такие как определение конфиденциальности в IoT и ее юридическое толкование, по-прежнему четко не определены. Несмотря на то, что уже существуют сетевые технологии безопасности, для обеспечения основ конфиденциальности и безопасности в IoT предстоит проделать еще много работы. В первую очередь, необходимо изучить следующие аспекты:

1) безопасность и конфиденциальность с правовых точек зрения;
2) механизм доверия и репутации;
3) безопасность связи - в частности, сквозное шифрование (end-to-end);
4) конфиденциальность переписки и данных пользователя;
5) защита сервисов и приложений.

Подход к развитию инфраструктуры «Интернета вещей» будет поэтапным, включающим в себя расширение существующих методов идентификации, таких как RFID. При этом для решения вышеописанных проблем необходимы международное сотрудничество [14]. В связи с этим необходимо проводить дополнительные исследования:

1) В последнее время возник большой интерес к использованию социальных сетей для улучшения коммуникаций между различными «IoT-вещами». Недавно группой ученых [12] была предложена новая парадигма - социальный «Интернет вещей» (SIoT). Также наблюдается тенденция перехода от «Интернета вещей» к новому направлению, называемому «Веб-вещей» (Web of Things), которое позволит IoT-объектам стать актуаторами и равноправными участниками процессов в Интернете.

2) Так как «Интернет вещей» включает в себя миллиарды подключенных через беспроводную сеть коммуникативных датчиков, потребляемая ими мощность вызывает большую тревогу и ограничивает использование «Интернета вещей». Улучшение энергосбережения должно стать важнейшей целью для разработчиков IoT-устройств, прежде всего беспроводных датчиков [11].

3) Когда миллиарды датчиков подключены к Интернету, для человека становится невозможным обработать все данные, собранные датчиками. Контекстно зависимые техники вычислений, такие как связующее программное обеспечение IoT, предназначены для лучшего понимания данных с датчиков и помощи в отборе информации для обработки [12].

В настоящее время большинство связующего ПО IoT не имеет возможностей для осознания контекста. Европейский союз назвал контекстную зависимость важной областью исследований IoT и указал сроки (2015 – 2022 гг.) для проведения компьютерных исследований и разработки контекстно-зависимого «Интернета вещей» [14].

4) Некоторые исследователи [11] предлагают создать «Интернет разумных вещей», привнеся искусственный интеллект в «вещи» и коммуникационные сети. По их мнению, будущие системы IoT должны иметь такие характеристики, как «самоконфигурирование, само оптимизация, самозащита и самоисцеление» [9]. В будущем «умные» вещи станут еще умнее [8], контекстно зависимы, будут обладать большой памятью и широкими возможностями обработки, а также способностью рассуждать.

5) Облачная технология хороший способ подключения «вещей», они могут предоставить нам доступ к различным «вещам» через Интернет. Дальнейшие исследования будут сосредоточены на внедрении новых моделей и платформ, которые обеспечат «зондирование как сервис» в облаках [7-8].

Таким образом, в качестве сложной киберфизической системы «Интернет вещей» объединяет различные устройства, оснащенные зондированием, идентификацией, обработкой данных, коммуникацией и обладающие сете-

выми возможностями [1-5]. В частности, датчики и исполнительные устройства становятся все мощнее, дешевле и меньше, что приводит к их повсеместному использованию.

Индустрия сильно заинтересована в развертывании IoT-устройств для разработки промышленных приложений, таких как автоматический мониторинг, контроль, управление, эксплуатация и техническое обслуживание. Предполагается, что из-за стремительного развития технологий и промышленной инфраструктуры «Интернет вещей» будет широко применяться в промышленности. Например, в пищевой промышленности интеграция беспроводных сенсорных сетей (WSN) и радиочастотной идентификации (RFID) служит для построения автоматизированных систем контроля, мониторинга и отслеживания качества продуктов питания по всей цепочке поставок.

Список использованных источников:

1. Тарасов И. В. Технологии Индустрии 4.0: влияние на повышение производительности промышленных предприятий // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. – №2. С. 62–69.

2. Довгаль В. А., Довгаль Д. В. Проблемы и задачи безопасности интеллектуальных сетей, основанных на Интернете Вещей // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. Естественноматематические и технические науки. 2017. Вып. 4 (211). С. 140–147.

3. Вахрушева А. А. Опыт и перспективы применения Интернета вещей в навигации // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2017. – № 2. – С. 25–30.

4. Эволюция интернет-технологий в системе здравоохранения / Г. С. Лебедев, И. А. Шадеркин, И. В. Фомина, А. А. Лисненко, И. В. Рябков, С. В. Качковский, Д. В. Мелаев // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. – 2017. – № 2(4). – С. 63–78.

5. Заславская О. Ю., Кириллов А. И. Новые возможности информатизации образования – «Интернет вещей» // Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования. – 2017. – № 2. – С. 140–147.

6. Интернет Вещей на промышленных предприятиях / В. П. Куприяновский, Д. Е. Намиот, В. И. Дрожжинов, Ю. В. Куприяновская, М. О. Иванов // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – №12.–С. 69–77.

7. Намиот Д. Е. Об обучении по Internet of Things и Smart Cities // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – № 5. – С. 26–38.

8. Добрынин А. П. Цифровая экономика –пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA) //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. –Т.4.–№1.–С.4-11.

9. CPS PWG Draft Framework for Cyber-Physical Systems Release 0.8. September 2015.

10. Намиот Д. Е. Умные города 2016 //International Journal of Open Information Technologies. – 14 Namiot D. On Big Data Stream Processing //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 1. – С. 1-3.

11. Майнцер К. Исследуя сложность: от искусственной жизни и искусственного интеллекта к киберфизическим системам // Философия науки и техники, 2015. – Т. 20. – № 2. – С. 85-105.

12. Намиот Д. Е. Об учебных программах по Internet of Things // International Journal of Open Information Technologies. – 2015. – № 5. – С. 35–38.

13. Китайгородский М. Д., Смольянинов И. Н. Дистанционные технологии проведения лабораторных практикумов // Дистанционное обучение. – 2015. – № 8. – С. 4–11.

14. Gershenfeld N., Krikorian R., Cohen D. The Internet of Things // Scientific American. – 2004. – Vol. 291. – P. 76–81.

15. Использование уникальных экспериментальных стендов в режиме удаленного компьютерного доступа для развития учебного лабораторного практикума в техническом вузе / Л. Г. Генин, Я. И. Листратов, В. Г. Свиридов, Е. В. Свиридов, Н. Г. Разуванов // Международная научно-практическая конференция «Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments»: сб. тр. конф., Москва, 14–15 ноября, 2003. – М., 2003. – С. 67–71.

Кульмамиров С. А., к.т.н., академик МАИН, и. о. доцента,
Махметов Т. М., преподаватель кафедры ИСиТ,
Акпаров Ж., преподаватель кафедры ИСиТ,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

ИССЛЕДОВАНИЕ СУММАТОРА И ПОЛУСУММАТОРА ОНЛАЙН РЕДАКТОРОМ ЦИФРОВЫХ СХЕМ

Аннотация: В статье раскрываются вопросы ведения исследований в области алгебры логики для применения онлайн симуляторов при моделировании цифровых устройств. Подробно описаны основные технические характеристики, структура и ход проводимых исследований по алгебре логики, предметное содержание и межпредметные связи, целевые предметные и метапредметные результаты на основе современного компетентностного подхода.

Ключевые слова: цифровая схемотехника, алгебра логики, логический вентиль, исследовательская работа.

Аңдатпа: Бұл мақалада сандық құрылғыларды модельдеуде онлайн симуляторларды пайдалану үшін буль алгебрасы саласындағы зерттеулер қарастырылады. Онда қазіргі буль алгебрасын зерттеудің негізгі техникалық сипаттамалары, құрылымы және ілгерілеуі, пән мазмұны және пәнаралық байланыстар, сондай-ақ заманауи құзыреттілікке негізделген тәсілге

негізделген мақсатты пәндік және мета-пәндік нәтижелер егжей-тегжейлі сипатталған.

Кілт сөздер: сандық схеманы жобалау, буль алгебрасы, логикалық қақпа, зерттеу.

Abstract: This article explores research in the field of Boolean algebra for the use of online simulators in digital device modeling. It describes in detail the main technical characteristics, structure, and progress of current Boolean algebra research, subject content, and interdisciplinary connections, as well as targeted subject and meta-subject outcomes based on a modern competency-based approach.

Keywords: digital circuit design, Boolean algebra, logic gate, research.

Основным этапом практических занятий по цифровой схемотехнике является этап усвоения обучающимися нового материала на практике с использованием онлайн-редактора цифровых схем Logic.ly [1]. Практический этап начинается с рассмотрения полусумматора и сумматора - цифровых устройств, реализующих вычисления на основе рассмотренных логических вентилей [2].

Таблица 6 демонстрирует работу полусумматора, отражая результат сложения двух двоичных цифр: 0 + 0 = 0, 0 + 1 = 1, 1 + 0 = 1, 1 + 1 = 10. Здесь параметр S есть результат суммы в данном разряде, P - результат переноса в старший разряд.

Как следует из таблицы 6, результат суммы в данном разряде S соответствует логической операции исключающего ИЛИ, а результат переноса в следующий разряд P соответствует конъюнкции.

Таблица 1 - Таблица истинности полусумматора

A	*B*	*S*	*P*
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Таким образом, для построения полусумматора необходимо применение всего 2 логических вентилей – исключающего ИЛИ (XOR Gate) и логического И (AND Gate).

Примеры реализованного в онлайн-среде Logic.ly полусумматора и его работы при разных комбинациях входов показаны на рисунке 2.

Для реализации полусумматора и цифровых схем полезно представить как схемы ANSI (рисунок 2), так и схемы согласно ГОСТу (рисунок 3).

Проблемой при использовании полусумматора является возможность сложения только 2 двоичных разрядов, хотя в общем случае возникает необходимость сложения трех двоичных разрядов, включая перенос P_i из предыдущего разряда. Таблица 2 демонстрирует результаты на выходах сумматора при

различных комбинациях входных значений, где A, B - суммируемые двоичные цифры, P_i - перенос из предыдущего разряда, S - сумма в данном разряде, P_{i+1} - перенос в следующий разряд. A, B, P*i* являются входами сумматора, S и P_{i+1} - его выходами. На рисунке 4 показана схема сумматора, рисунок 5 демонстрирует сумматор, реализованный в онлайн-среде Logic.ly, и пример его работы при A = 1, B = 1, P_i = 0.

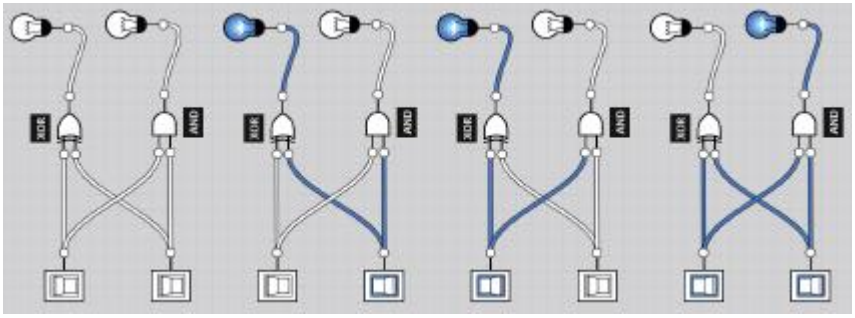


Рисунок 2 - Полусумматор, построенный в онлайн-среде Logic.ly

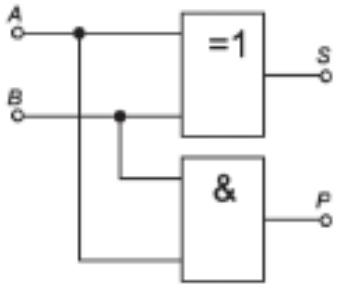


Рисунок 3 - Схема полусумматора и вентили в соответствии со стандартами ГОСТ (IEC)

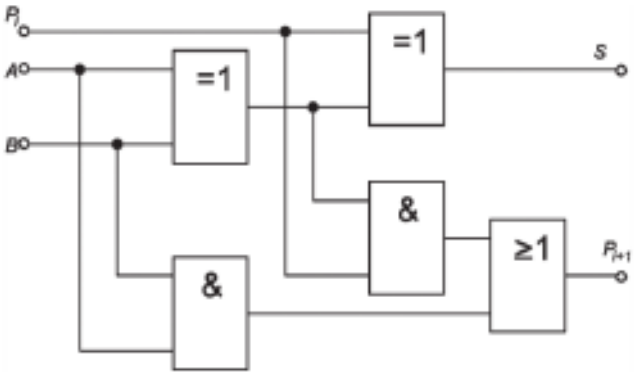


Рисунок 4 - Схема сумматора и вентили

Одной из существенных проблем при изучении логических схем является непонимание того, как логические значения 0 и 1 передаются по проводникам. Следует заметить, что большинство современных схемотехнических решений управляются напряжением, а не током.

В положительной логике значение логического нуля соответствует низкому уровню напряжения (например, 0 вольт), а значение логической единицы соответствует высокому уровню напряжения (например, 5 вольт).

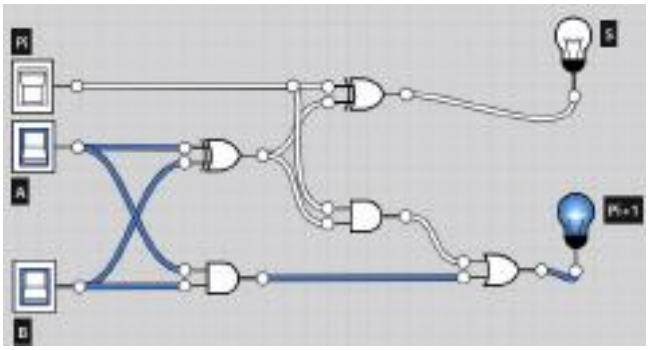


Рисунок 5 - Сумматор, реализованный в онлайн-среде Logic.ly

Таблица 2 - Таблица истинности сумматора

A	B	P_j	S	P_{j+1}
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
1	0	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Полусумматор и сумматор - основные части арифметико-логического устройства процессора: от алгебры логики ученики приходят к самой возможности вычислений.

Список использованных источников:

1. Альманах «Русская система обучения ремеслам. Истоки и традиции». Т. I - VII. М.: НОЦ «Контроллинг и управленческие инновации», 2021.

2. Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика. Базовый уровень: учебник для 10 класса. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. 288 с.

3. Видьманов Д. А., Локтев Д. А., Попов В. С. Информационные технологии для решения практических задач: методические указания к выполнению лабораторных работ. М.: МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2016. 58 с.

4. Горюшкин А. П. Полные булевы функции // Вестник Камчатского государственного технического университета, Петропавловск-Камчатский. 2011. № 15. С. 5–11.

5. ГОСТ 2.743-91. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные в графических схемах. Элементы цифровой техники. https://docs.cntd.ru/document/1200010863.

6. Зеленцова Н. Ф, Зеленцова Е. В., Зеленцов В. В. Университетская среда для учителей в МГТУ им. Н. Э. Баумана // XLIV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С. П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых - пионеров освоения космического пространства (Москва, 28–31 января 2020 г.). Сборник тезисов. В 2 т. Т. 2. М.: Изд-во МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2020. С. 25–27.

7. Исмагилова Е. И. Булевы функции и построение логических схем: учебное пособие. М.: МИРЭА, 2015. 160 с.

8. Логические элементы // BEAM-ROBOT.RU - сайт о робототехнике и роботах. http://beam-robot.ru/electronics_for_beginners/logic_gates.php.

9. Матвейчук Р. И. Электронный конструктор NAUROBO: методическое пособие. М.: Де'Либри, 2018. 55 с.

10. Механцев Б. Е. Логическое проектирование: проблемы и варианты разрешения // Педагогическая диагностика: история, теория, современность. Материалы Всероссийской научной конференции «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)» Ростов-на-Дону: РГУЭ «РИНХ», 2020. С. 124–128.

11. Механцев Б. Е., Саенко Н. М. Практические занятия по логическому проектированию в рамках курса информатики: техническая возможность // Наука и бизнес: пути развития. 2017. № 6 (72). С. 18–21.

12. Михолап Э. Л. «Логические элементы компьютера. Построение логических схем» // Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе. Материалы международной научно-практической интернет-конференции (Москва, 22–26 апреля 2019 г.) / под ред. Л. Л. Босовой, Д. И. Павлова. М.: МПГУ, 2019. С. 160–165.

13. Половецкий С. Д. Анализ современного состояния системы ранней профориентации // Профессиональное образование и общество. 2018. Т. 26. №2. С. 262–284.

14. Поляков К. Ю., Еремин Е. А. Информатика. Базовый и углубленный уровни. Ч. 1. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. 352 с.

15. Попов В. С., Парфентьева Н. А. Преподавание ИТ в РФ. Сборник научных трудов XXI Всероссийской конференции (Нижний Новгород, 18–19 мая 2023 г.). Н. Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского, 2023. С. 462–465.

16. Романова Т. В., Карпова О. В., Золотых Н. Ю. «Шаг в будущее»: «мужество, воля, упорство и труд». Сборник научных статей. В 2 ч. Ч. 2. М.: Ассоциация технических университетов, 2021. С. 264–275.

17. Токмовцева М. В., Карабанова О. В. Сетевое взаимодействие образовательных организаций на основе модели «Школа-Колледж-Вуз» М. - Берлин: ДиректМедиа, 2015. 192 с.

18. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника: учебное пособие для вузов. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 800 с.

19. Универсальные компетентности и новая грамотность / под ред. М. С. Добряковой, И. Д. Фрумина; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. 472 с.

20. Фрумин И. Д., Добрякова М. С. Универсальные компетентности и новая грамотность // Образовательная политика. 2019. № 3 (79). С. 63–72.

21. Харрис Д. М., Харрис С. Л. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. 2-е изд. NY: Morgan Kaufman, 2013. 1627 с.

22. Цурков С. А. Современные пути подготовки специалистов радиотехники в вузе // II Всероссийская научная конференция: сборник докладов. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2001. С. 182–184.

23. Шувалова И. С. Аспекты подготовки школьников к сдаче предпрофессионального экзамена по направлению «Программирование» // Материалы 77-й и научно-исследовательской конференции МАДИ (Москва, 27 января 2019 г.). М.: Техполиграфцентр, 2019. С. 203–211.

24. IEC 60617-12:1997. International Standard “Graphical symbols for diagrams - Part 12: Binary logic elements”.

25. IEEE 91/91a-1984 - IEEE Standard Graphic Symbols for Logic Functions (Including and incorporating IEEE Std 91a - 1991, Supplement to IEEE Standard Graphic Symbols for Logic Functions). 160 p.

Кульмамиров С. А., к.т.н, академик МАИН,
Есильский университет, Астана
Акшолак Г. И., преподаватель кафедры ИС,
КазНУ им. аль-Фараби, Алматы

ОРГАНИЗАЦИЯ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ ЭЛЛИПТИЧЕСКИМИ КРИВЫМИ

Аннотация: В статье рассматриваются криптографические алгоритмы, базирующиеся на эллиптических кривых над конечными полями. Показано, что эллиптические кривые позволяют строить примеры конечных абелевых групп для криптографических целей. Созданный программный протокол может шифровать сообщения, формировать цифровую подпись, после передачи

сообщения расшифровать их на стороне получателя. Произведена оценка криптографической стойкости описываемого протокола.

Ключевые слова: криптография, криптографический протокол, криптографическая стойкость, эллиптические кривые.

Аңдатпа: Мақалада шекті өрістегі эллиптика қисықтарына негізделген криптография алгоритмдері талқыланды. Эллиптикалық қисықтар криптографиялық мақсаттар үшін шекті Абель топтарын құруға мүмкіндік береді. Нәтижесінде алынған бағдарламалық хаттама хабарламаларды шифрлай алады, сандық қолтаңбаны жасай алады және оларды алушының жағында жібергеннен кейін шифрын аша алады. Хаттаманың криптографиялық қауіпсіздігі бағаланады.

Кілт сөздер: криптография, криптографиялық хаттама, криптографиялық қауіпсіздік, эллиптикалық қисықтар.

Abstract: This article discusses cryptographic algorithms based on elliptic curves over finite fields. It is shown that elliptic curves allow one to construct examples of finite Abelian groups for cryptographic purposes. The resulting software protocol can encrypt messages, generate a digital signature, and decrypt them on the recipient's end after transmission. The cryptographic security of the protocol is assessed.

Keywords: cryptography, cryptographic protocol, cryptographic security, elliptic curves.

В наше время повсеместно используются криптографические алгоритмы или протоколы, которые базируются на эллиптических кривых над конечными полями [10]. Общеизвестно, что эллиптические кривые позволяют строить примеры конечных абелевых групп с хорошими, для криптографических целей, параметрами [9]. Меняя характеристику поля можно легко повышать стойкость шифра. Поэтому существенную роль играет возможность удобной программной реализации такого алгоритма [1]. Такой криптографический протокол цифровой подписи на основе эллиптических кривых будет всеобще востребован. Протокол производит шифрование сообщения, формирование цифровой подписи, передачу сообщения и расшифровку на стороне получателя. Необходимо проводить исследования, по оценке криптографической стойкости такого протокола.

Статья посвящена к этим задачам и проблемам в ходе реализации таких задач. В итоге получена зависимость криптографической стойкости протокола от характеристики конечного поля, над которым строится эллиптическая кривая [2]. Также обсуждается вариант реализации программы, производящей шифрование и дешифрование сообщения в соответствии с построенным протоколом [7]. Такая программа может стать инструментом передачи или получения сообщения с достаточной степенью криптографической стойкости и приемлемой скоростью.

Таким образом, в связи с возрастающей вычислительной мощностью компьютеров разного класса возникает необходимость модернизации существующих средств защиты информации. Криптографические протоколы, показывающие достаточную стойкость к взлому, с каждым днем взламываются все быстрее. Хотя современные криптографические протоколы работают эффективно, но все же нужно задумываться о построении протоколов с большей вычислительной сложностью задачи взлома. Поэтому в криптографии начали все больше применять современные решения теории чисел и алгебраической геометрии теории эллиптических кривых над конечными полями [1, 6].

Эллиптические кривые над конечными полями доставляют неисчерпаемый источник конечных абелевых групп, которые удобны для высокопроизводительных вычислений и обладают расширенной структурой. Преимуществами криптосистем на эллиптических кривых являются наличие субэкспоненциальных алгоритмов вскрытия криптосистем, если в них не используются суперсингулярные кривые вида $y^2 + y = x^3 + a*x + b$ [3-4].

Цель нашей статьи – описать криптографический протокол, позволяющий добиться лучших результатов криптостойкости, чем протоколы цифровой подписи и передачи сообщений на эллиптических кривых.

Криптографический протокол является распределенный алгоритм, в процессе выполнения которого два участника последовательно выполняют определенные действия и обмениваются сообщениями [6-7]. Такой протокол предназначен для выполнения функций системы шифрования сообщений. В процессе его выполнения участники используют криптографические алгоритмы. Криптографическая система обеспечивает уровень безопасности информации криптографическими методами [5].

В основе выбора и построения криптографических систем лежит условие обеспечения криптографической стойкости. Под стойкостью криптографических систем понимают их способность противостоять атакам противника или нарушителя, имеющим целью нейтрализацию нескольких функций безопасности, а также получению секретного ключа. При рассмотрении протоколов передачи сообщений и цифровой подписи на основе эллиптических кривых следует рассматривать стойкость криптографического протокола к атакам противника. Противником является внешний субъект, наблюдающий за передаваемыми сообщениями. Он также захочет вмешиваться в работу участников различными путями: перехват сообщения; искажения (модификации) сообщении; вставки (создания новых) сообщения; повтора и перенаправления сообщений; блокирования передачи в целях нарушения функций сервисов безопасности. Опишем теперь протокол передачи сообщений на основе эллиптических кривых: при передаче сообщения M от пользователя A (т.е. отправителя) к пользователю B (получателю) реализовывается следующий алгоритм:

Шаг 1. Подписывается передаваемое сообщение цифровой подписью Шнорра [9], используя хэш-функцию Tiger [2-4] в соответствующих шагах алгоритма подписи.

Шаг 2. Выбирается эллиптическая кривая и точка на ней для последующего использования в шифровании. Здесь можно применить метод случайного выбора [1];

Шаг 3. Полученное сообщение представляется в виде точки на эллиптической кривой. Для этого удобно использовать вероятностный метод представления открытого текста [1]. При этом текст представляется в виде ASCII-кодов символов.

Шаг 4. К этой точке следует применить аналог системы шифрования Эль-Гамаля для эллиптических кривых [1].

Шаг 5. В канале связи установим общедоступность следующим параметрам: характеристика поля; определенную над ним эллиптическую кривую; точка, выбранная на шаге 2; открытый ключ отправителя сообщения; открытый ключ цифровой подписи;

Шаг 6. По открытому телекоммуникационному каналу передается зашифрованное сообщение.

Шаг 7. Получатель по общедоступным данным расшифровывает сообщение и удостоверяется в правильности цифровой подписи.

Шаг 8. В случае неверной цифровой подписи сообщение игнорируется.

Так как схемы цифровой подписи на основе симметричных систем шифрования являются по существу одноразовыми, то для формирования цифровой подписи следует использовать систему шифрования с открытым ключом [7]. К услугам доверенной третьей стороны прибегать не рекомендуется, поскольку это связано с дополнительными сложностями реализации и негативно влияет на безопасность протокола в целом.

Цифровая подпись Шнорра является ассиметричной цифровой подписью с открытым ключом [3-4]. Она является цифровой подписью на основе специально разработанного алгоритма. Эта подпись имеет ряд преимуществ по сравнению с объединенными подходами к построению цифровых подписей. Перечислим их:

- схема основана на сложности вычисления логарифма в конечном поле. Достоинством схемы является возможность выработки подписей для большого числа сообщений с использованием одного секретного ключа;
- при использовании этой схемы нельзя обнаружить использование случайного числа. Повторяющиеся значения γ спрятаны в значение хэш-функции. Поэтому для разных сообщений значения первых компонент подписи почти всегда будут различными;
- введение простого числа позволяет сократить длину подписи по сравнению с подписями, основанными на сложности вычисления логарифма в конечном поле.

При построении протокола нужно использовать не только цифровую подпись, но и шифрование самого передаваемого сообщения на эллиптиче-

ских кривых. Этот способ усилит криптографическую стойкость системы. Такой алгоритм при перехвате сообщения злоумышленником позволит создать дополнительные трудности при взломе или подмене информации.

Для шифрования выбирается система шифрования Эль-Гамаля. Она отличается от остальных существующих систем шифрования на эллиптических кривых: менее трудоемким алгоритмом; меньшей вероятностью перехвата сообщения; большей пропускной способностью телекоммуникационного канала. При этом стойкость системы не уменьшается, поскольку она основана на сложности решения задачи дискретного логарифмирования в группе точек эллиптической кривой.

Во всех описанных алгоритмах используются ассиметричные системы шифрования, что позволит получить дополнительную защиту протокола [5].

Для проверки протокола на устойчивость к атакам противника используется пакет AVISPA [8]. Продукт AVISPA интегрирует все современные подходы к анализу протоколов: проверка на модели, древовидные автоматы, временная логика. Проверку протокола можно реализовать составлением программы на языке CAS+. Далее средствами пакета SPAN создаваемую программу можно перевести в формализованный язык описания протоколов HLPSL. Также есть возможность получения программы на низкоуровневом языке типа IF, по которому возможно получение результатов проверки устойчивости протокола к атакам средствами AVISPA [8]. Проведенные исследования показали, что в результате проверки протокола известных атак не найдено. Злоумышленник может получить доступ к информации, только решив задачу дискретного логарифмирования на эллиптической кривой. Действия злоумышленника после сеанса протокола показаны на рисунке 1.



Рисунок 1 - Результат проверки протокола средствами AVISPA: действия злоумышленника (Intruder) видны на графике внизу слева

Таким образом, проведение криптоанализа для давно существующих и недавно появившихся криптоалгоритмов очень актуально, так как оперативно

можно заключить, что исследуемый криптоалгоритм нестоек и необходимо усовершенствовать. Или следует его заменить новым алгоритмом.

Надежность цифровой подписи определяется стойкостью к криптоаналитическим атакам двух ее компонент: хэш-функции и самого алгоритма ЭЦП [7]. В нашем исследовании использована хэш-функция Tiger [3]. Атака на Tiger-24 дает почти псевдоколлизию со сложность 247 операций до взлома, при этом используется 192-битное хэш-значение [4]. Стойкость алгоритма цифровой подписи для построенного протокола определяется стойкостью цифровой подписи Шнорра и шифрованием по системе Эль-Гамаля на эллиптических кривых [9].

Стойкость цифровой подписи Шнорра основана на сложности решения задачи дискретного логарифмирования в простом конечном поле. На сегодняшний день самым быстрым алгоритмом, решающим эту задачу, является алгоритм обобщенного решета числового поля [6-7]. При характеристике поля порядка 160 двоичных разрядов (бит) стойкость составляет 1, 8 · 1011 операций до взлома.

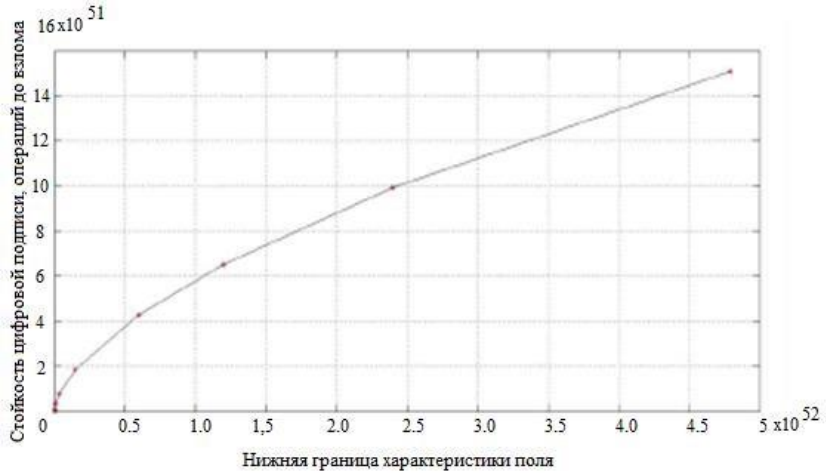


Рисунок 2 - Зависимость стойкости протокола цифровой подписи от нижней границы характеристики поля

В настоящее время наиболее быстрыми алгоритмами решения задачи дискретного логарифмирования в группе точек эллиптической кривой при правильном выборе параметров считаются *r*-метод и *l*-метод Полларда [6]. Например, для улучшенного *r*-метода Полларда вычислительная сложность оценивается в следующем: при характеристике поля порядка 160 бит стойкость составляет 1,94 · 1026 операций до взлома.

Для обеспечения необходимого уровня стойкости построенного протокола должно выполняться ограничение на характеристику поля: она должна быть более 160 бит [6, 9]. Никаких других ограничений на параметры протокола не накладывается ввиду надежности применяемых методов и алгоритмов.

Таким образом, криптографическая стойкость построенного протокола в худшем случае (при значении характеристики поля 160 бит) составляет 5 · 1051 операций до взлома.

В настоящее время применяется схема ЭЦП ГОСТ Р34.10-2001 с характеристикой поля 256 двоичных разрядов, ее стойкость составляет 3,02 · 1038 операций до взлома [5].

График зависимости стойкости криптографического протокола от нижней границы характеристики поля, начиная с 160 бит, приведен на рисунке 2 (кривая позаимствована с источника [9]).

Список использованных источников:

1. Коблиц Н. Курс теории чисел и криптографии. – М.: ТВП, 2001.–254с.
2. Kelsey J . Collisions and Near-Collisions for Reduced-Round Tiger, Proceedings of Fast Software Encryption. - Graz: FSE, 2006.
3. Tiger: a Fast New Cryptographic Hash Function. 1995. –
ttp://www.cs.technion.ac.il/biham/Reports/Tiger.
4. Mendel F . Cryptanalysis of the Tiger Hash Function. – Springer Berlin; Heidelberg: ASIACRYPT, 2007.
5. Романец Ю. В. Защита информации в компьютерных системах и сетях. - М.: Радио и связь, 2001. – 376 с.
6. Бондаренко М. Ф. Сущность и результаты исследований свойств перспективных стандартов цифровой подписи X9.62- 1998 и распределения ключей X9.63- 199X на эллиптических кривых. М.: Радиотехника. – 2000.
7. Алгоритмические основы эллиптической криптографии / А. А. Болотов, С. Б Гашков, А. Б. Фролов, А. А. Часовских. - М: МЭИ, 2000.

Кульмамиров С. А., и. о. доцента, к.т.н., академик МАИН,
Абдрахманов Д., преподаватель кафедры ИСиТ,
Есильский университет, г. Астана

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЧИПОВ, ВСТРОЕННЫХ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Аннотация: Статья описывает современное состояние использования программы NI LabVIEW, а также выпуск специализированных инструментальных средств и библиотек прикладного назначения. Проведенные результаты обзора рассматриваемого направления позволяет обосновать создание путей применения программы LabVIEW в область разработки встраиваемых автоматизированных систем на базе чипов программируемой логики, микроконтроллеров и сигнальных процессоров.

Ключевые слова: LabVIEW, VHDL, ПЛИС, EM-Marine, чип, встраиваемая система, пластиковая карта, DAQ, RIO

Аңдатпа: Мақалада NI LabVIEW бағдарламасын пайдаланудың ағымдағы жағдайы, сондай-ақ қолданбалы мақсаттарға арналған арнайы құралдар мен кітапханалардың шығарылымы сипатталған. Қарастырылып отырған саланы шолу нәтижелері бағдарламаланатын логикалық микросхемалар, микроконтроллерлер және сигналдық процессорлар негізінде енгізілген автоматтандырылған жүйелерді дамыту саласында LabVIEW бағдарламасын қолдану жолдарын құруды негіздеуге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: LabVIEW, VHDL, ПЛИС, EM-Marine, чип, ендірілген жүйе, пластикалық карта, DAQ, RIO

Summary: The article describes the current state of use of the NI LabVIEW program, as well as the release of specialized tools and libraries for application purposes. The results of the review of the area under consideration allow us to justify the creation of ways to apply the LabVIEW program in the field of development of embedded automated systems based on programmable logic chips, microcontrollers and signal processors.

Key words: LabVIEW, VHDL, FPGA, EM-Marine, chip, embedded system, plastic card, DAQ, RIO

Язык графического программирования NI LabVIEW сейчас является лидером среди своих предшественников по созданию автоматизированных систем сбора данных и управления процессами, которые нашли применение в цифровых платформах и научно-исследовательских лабораториях. Она несомненно востребована и на технологических производственных линиях, как, например, в производстве дисконтных карт в системах скидки стоимости товаров, платежных карт в банковской сфере, а также пластиковых карт, использующих в многочисленных представлениях услуг по торговле и учету товаров. Программная среда LabVIEW ежегодно совершенствуется благодаря регулярному выходу новых версий наряду с выпуском специализированных модулей, библиотек и дополонений, обусловленных пожеланиями пользователей и исследовательской деятельностью коллектива разработчиков LabVIEW. В научной среде и образование, а также техники и новых технологий LabVIEW фактически стала стандартом комплексного применения сбора данных, регистрации технологических процессов и организации обработки данных [1].

Согласно своей фундаментальной идее, среда LabVIEW позволяет инженерам, не имеющим глубоких знаний и опыта в традиционном программировании, быстро создавать сложные автоматизированные системы измерений и управления. Она также позволяет реализовать методы или идеи программирования чипов различного назначения, сохранения в них пользовательской информации, а далее посредством программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) организовать защиту записанной информации через микропроцессорные цифровые устройства телекоммуникации [2].

В своем развитии среда LabVIEW стала больше, чем просто языком программирования. Она представляет пользователю широкую гамму инструментов, которые образуют графическую платформу для проектирования или создания контрольно-измерительных систем или распространения пластиковых карт со встроенным чипом.

Разработка встраиваемых систем на базе общей платформы посредством LabVIEW позволили бурному развитию гаммы классов чипов [3] или ПЛИС, которые удобны в хранении (например, в кармане пользователя) или востребованы в обмене информации о пользователе карт со считывающими устройствами.

В области разработки программируемых встраиваемых систем платформа LabVIEW полностью перекрывает потребности 3 областей применений [2]:

- программируемых логических интегральных схем (ПЛИС);
- программируемых микроконтроллеров;
- цифровых сигнальных процессоров (ЦСП).

Сегодня ПЛИС находят самое широкое применение. В течение многих лет разработчики цифрового оборудования и производственных линий используют ПЛИС в различных электронных устройствах, таких как цифровые камеры, телевизоры, пластиковые карты с чипом, игровые приставки и даже глобальные навигационные системы [3].

Популярность данной технологии обусловлена, прежде всего, малыми размерами устройств, скоростью их работы, низким энергопотреблением и гибкостью по отношению к обновлению логики работы ядра схемы. ПЛИС представляет собой микросхему, содержащую миллионы несоединенных логических вентилей И/ИЛИ, которые с помощью специальных программных средств могут быть настроены и электрически сконфигурированы для выполнения специфических аппаратных функций.

Возможности тандемной работы среды LabVIEW и конфигурирования ПЛИС могут устроить революционный взрыв в производстве миниатюрных цифровых устройств, а также в таких поточных линиях производства, как изготовления пластиковых карт. Метод встраивания чипов внутри пластиковых карт себя вполне оправдает, если можно управлять режимом работы чипов, тем более записывать в них информацию или после считывания преобразовать ее в требуемый формат пользователя.

Таким образом, интеграция технологии реконфигурируемого ввода/вывода в среде LabVIEW переводит процесс создания виртуальных цифровых устройств (например, чипа) на совершенно новый уровень, предлагающий разработчикам более гибкие инструменты для удовлетворения требований заказчиков.

Аппаратная платформа RIO базируется на реконфигурируемой микросхеме ПЛИС, которая может быть запрограммирована из NI LabVIEW (рисунок 1). При использовании LabVIEW FPGA Module появляется возможность

разработки на базе ПЛИС оптимизированной реконфигурируемой аппаратной системы прямого управления сигналами ввода/вывода. Технология RIO предоставляет возможность высокопроизводительного управления частотой ввода/вывода сигналов, их синхронизацией и логическими связями между ними.

С помощью реконфигурируемого оборудования можно самостоятельно на аппаратном уровне осуществлять настройку своей используемой системы, а также разрабатывать уникальные системы для ряда приложений, требующих точного временного тактирования, таких как цифровое и аналоговое управление, запись или считывание данных с чиповых карт, их моделирование, эмуляция цифровых протоколов.

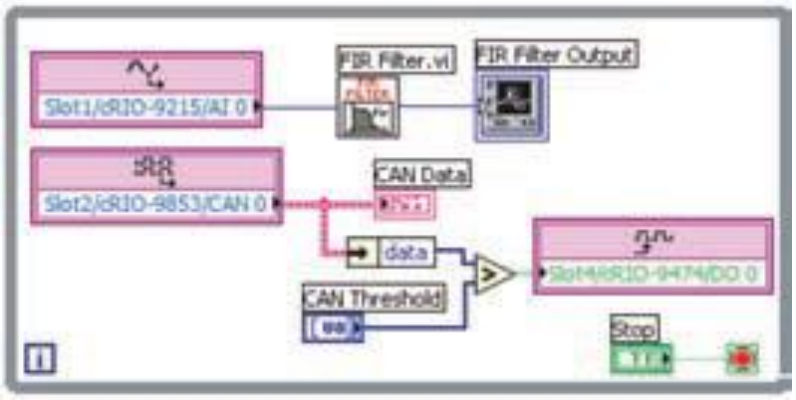


Рисунок 1 - Пример программного кода LabVIEW для ПЛИС, реализующего синхронные операции аналогового ввода/вывода и сбора данных по шине CAN

Технология реконфигурируемого ввода/вывода, базирующаяся на платформе компании National Instruments, включает в себя PCI- и PXI-устройства сбора данных R-серии, компактную систему машинного зрения и линейку продуктов Compact RIO. При этом устройства сбора и записи данных и системы Compact RIO с встроенным контроллером применяются в приложениях записи, сбора и обработки данных с пластиковых карт [4].

Конфигурирование ПЛИС, входящей в состав компактной системы машинного зрения, дополняет конкретное приложение возможностями управления запуском камеры, широтно-импульсной модуляции цифровых и изолированных сигналов и реализации собственных цифровых коммуникационных протоколов, которые служат для обмена данными пластиковых карт с внешним оборудованием.

Максимальная гибкость приложений реконфигурируемого ввода/вывода достигается при использовании устройств семейства Compact RIO, сочетающих в себе все преимущества модульного оборудования с встроенным согласованием сигналов и возможностью прямого подсоединения сигналов с чи-

пов. Линейка продуктов Compact RIO является новым решением, использующим технологию NI RIO для обеспечения высокопроизводительного ввода/вывода в сочетании с гибкостью управления временными параметрами системы обработки данных с пластиковых карт.

Встраиваемые системы Compact RIO сочетают в себе технологии реального времени и реконфигурируемого ввода/вывода. В такой системе ПЛИС с частотой работы 40 МГц и одним либо тремя миллионами логических вентилей расположена внутри шасси, служащего для установки модулей ввода/вывода, и соединена с ними по топологии «звезда», что обеспечивает возможность прямого доступа к каждому из модулей (рисунок 2).

Модули ввода/вывода содержат в себе встроенные цепи согласования сигналов, изоляции и разъемы, служащие для подсоединения датчиков и приемников сигналов, и позволяют осуществлять сбор и выдачу аналоговых сигналов с частотой до 800 кГц и цифровых с частотами до 10 МГц. Данные с ПЛИС передаются в контроллер реального времени Compact RIO по внутренней шине PCI. Этот контроллер имеет высокопроизводительный процессор, поддерживающий операции с плавающей запятой, и установленную ОС реального времени, обеспечивающую загрузку приложений LabVIEW Real-Time с целью решения задач управления, сбора, обработки и хранения данных, а также их передачи по цифровой сети.

Продукты Compact RIO выполнены в сверхнадежном, компактном форм-факторе. Появление данной линейки в настоящее время осуществило прорыв в таких областях, как управление машинами, моделирование управляемых систем (hardware-in-the-loop – HIL), проведение бортовых измерений.

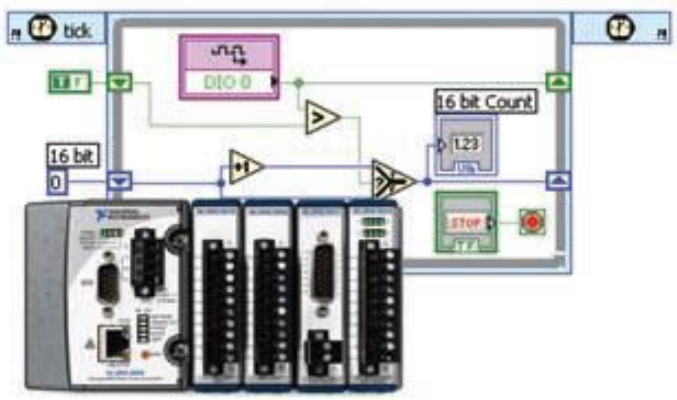


Рисунок 2 - Промышленная встраиваемая система ввода/вывода NI Compact RIO с ПЛИС

Авторы статьи уверены, что такое сочетания измерительно-управляемой системы для реализации метода использования встраиваемых чипов программируемой логики внутри пластиковых карт, изготовляемой в поточной автоматизированной линии является актуальной инновационной технологией даже в мировом масштабе [5].

Это произойдет благодаря обеспечению LabVIEW возможностью создавать промышленные пользовательские приложения. Здесь, несомненна, важна роль использования достижений программируемых микроконтроллеров для автоматизированного выпуска пластиковых карт миллионными тиражами.

Новый программный модуль NI LabVIEW Embedded Development Module позволяет использовать LabVIEW для программирования встраиваемых 64-разрядных микропроцессоров. Благодаря этому теперь ученые, докторанты, магистранты, даже и бакалавры университета КазУТБ имени К. Кулажанова получают возможность разрабатывать в LabVIEW алгоритмы и модели для встраиваемых систем и прототипов с последующей их загрузкой и исполнением на процессоре.

Процесс программирования микроконтроллеров в данной среде включает в себя два этапа. Это однократное подключение к LabVIEW с помощью Embedded Project Manager средств компиляции приложений и ОС производителя микроконтроллеров. Далее – последующая разработка приложений в среде LabVIEW с возможностями автоматической трансляции, компиляции и загрузки кодов в микроконтроллер.

Использование LabVIEW Embedded Development Module предоставляет разработчикам (также и производителям пластиковых карт с чипами) все преимущества среды LabVIEW, такие как графические элементы управления и индикаторы, расположенные на передней панели приложения, и удобные средства отладки программного кода. LabVIEW Embedded Development Module включает в себя свыше 400 функций записи и считывания информации с чипа, анализа данных, обработки сигналов, линейной алгебры, аппроксимации кривых, численных методов и статистического анализа.

Помимо беспрецедентных возможностей обработки данных и сигналов непосредственно на встраиваемом микропроцессоре, новый модуль обладает набором основных средств для включения в LabVIEW специализированных драйверов ввода/вывода и сопутствующих программируемых инструментов, разработанных для конкретных моделей микропроцессоров.

Теперь инженеры и ИТ-специалисты нашего университета могут иметь возможность разрабатывать приложения для встраиваемых систем, используя LabVIEW, и осуществлять последующую автоматическую генерацию C и Python кода для интеграции собственных разработок со средствами разработки приложений или программирования чипов внутри пластиковых карт, предоставляемыми производителями микропроцессоров.

Появление NI LabVIEW Embedded Development Module представляет собой знаковую веху в решении задачи обеспечения широкого спектра пользователей доступом к самым современным технологиям изготовления электронных продуктов (пластиковых карт), дизайна, разработки, тестирования, измерений и обработки информации.

В итоге посредством интеграции средств разработки и проведения измерений в составе единой платформы, как это реализовано в среде LabVIEW,

даже рядовые инженеры получат возможность существенно сократить время вывода пластиковых продукций на рынок, особенно в случае систем, содержащих программируемые компоненты.

Также можно расширить достоинства встраиваемых систем вместе с LabVIEW через предложения целый спектр средств разработки приложений для цифровых сигнальных процессоров. Разработчикам, использующим в своих приложениях процессоры различных производителей, компания NI рекомендует использовать программный продукт NI LabVIEW Embedded Development Module, позволяющий разрабатывать приложения для любых 64-разрядных микроконтроллеров, включая и сигнальные процессоры.

Рассмотрим теперь другой программный модуль – NI LabVIEW DSP Module. Он предназначен для разработки в LabVIEW приложений для таких сигнальных процессоров, как NI SPEEDY-33, а также TMS320C6713 DSK и TMS320C6711 DSK производства компании Texas Instruments (рисунок 3).



Рисунок 3 - Новое инновационное современное средство программирования цифровых сигнальных процессоров - LabVIEW DSP Module

Не выходя за рамки среды LabVIEW и используя около 100 функций обработки и анализа данных, включенных в NI LabVIEW DSP Module, можно в большей степени сосредоточиться на разработке алгоритмов и концепций работы пользовательской цифровой системы, нежели на их реализации в языках низкого уровня, таких как ассемблер или С. Данный модуль позволяет в считанные минуты организовать сбор или выдачу данных на ЦАП, АЦП или цифровые линии ввода/вывода сигналов конкретного процессора с одновременной их обработкой в режиме реального времени. Модуль адресуется в первую очередь разработчикам коммуникационных систем.

Однако его можно также использовать для высокоскоростной обработки сигналов, анализа их параметров, фильтрации и вычисления спектров, модуляции и демодуляции сигналов, регистрируемых с чипов внутри пластиковой карты. Наряду с перечисленными средствами разработки приложений NI

предоставляет ряд специализированных библиотек, предназначенных для работы в LabVIEW с сигнальными процессорами различных производителей. Так, библиотека Analog Devices (ADI) Blackfin Test Integration Toolkit for LabVIEW позволяет использовать LabVIEW совместно с пакетом ADI's VisualDSP++ для упрощения создания систем на основе цифровых сигнальных процессоров Analog Devices семейства Blackfin. Этот пакет бесплатно поставляется вместе с комплектами программного обеспечения ADI's VisualDSP++. Он интегрируется как функциональная библиотека в LabVIEW, что формирует для исследователя или обслуживающего поточную линию производства пластиковых карт инженера в единую среду разработки, создания прототипов и проверки приложений, выполняющихся микропроцессором Blackfin.

Другой программный модуль NI LabVIEW DSP Test Integration Toolkit for Texas Instruments DSP позволяет интегрировать LabVIEW с таким средством разработки приложений для сигнальных процессоров Texas Instruments, как Code Composer Studio.

Концепция технологии виртуальных цифровых устройств (например, чипов типа EM 4100 или TK4100, HID или Proximity card) приборов базируется на предоставлении ученым и инженерам инструментария для создания своих пользовательских контрольно-измерительных устройств. Появление устройств, в состав которых входят чипы, микроконтроллеры, сигнальные процессоры и ПЛИС, существенно расширяет возможности технологии виртуальных инструментов.

Теперь пользователи LabVIEW получат возможность разработки аппаратной части своих контрольно-измерительных систем, идеально настроенных для решения специфических задач. Например, в свете реализации нового способа появится возможность программирования режимов работы чипов, встроенных в пластиковые карты. Сегодня технологии программирования встраиваемых систем используются во многих устройствах, начиная с встраиваемых плат ввода/вывода и заканчивая системами машинного зрения и надежными промышленными системами Compact RIO.

Таким образом, предложенный авторами статьи способ использования встраиваемых чипов программируемой логики на базе LabVIEW может быть реализован через создание модели чипов пластиковых карт. Программный продукт LabVIEW со своими инструментальными средствами и библиотеками особо востребованы инженерами и экспериментаторами в области цифровой электроники и новой технологии. Проделанный в этом направлении обзор позволяет им ускорить использование миниатюрных чипов и ПЛИС в промышленной среде, а также в таком простом способе хранения информации, как пластиковые карты. Авторы уверены, что применение LabVIEW позволит инженерам и исследователям в ускоренном времени освоить область разработки встраиваемых автоматизированных систем на базе чипов программируемой логики, контроллеров и сигнальных процессоров.

Список использованной литературы:

1. Евдокимов Ю. К., Линдваль В. Р., Щербаков Г. И. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. – М.: ДК Пресс. 2011. – 400 с.
2. Жуков К.Г., Модельное проектирование встраиваемых систем в LabVIEW. – М.: ДМК Пресс. 2011. – 688 с.
3. Гёлль П. ПК и чип-карты. 2011. – М.: ДМК. – 144 с.
4. Гёлль П. Чип-карты. Устройство и применение в практических конструкциях. - М.: ДМК. 2012. – 176 с.
5. Гёлль П. Электроне устройства с программируемыми компонентами: Пер. с фр. – М.: ДМК Пресс. 2015 – 169 с.

Кульмамиров С. А., к.т.н., и.о.доцента, академик МАИН,
Нуржанова А. Б., магистр, научный руководитель,
Деревянко И., обучающийся 4 курса.
Есильский университет, Астана

РОЛЬ АСКУЭ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация: В настоящее время повышение эффективности энергетических систем (ЭЭС) предполагает установления обязательного учета расхода электроэнергии в нашей стране. Наиболее актуальной является внедрение в ЭЭС технологий автоматизированных комплексов (АСКУЭ, АСУ ТП, АСУ ПСЭ). В статье рассматривается экономическая эффективность для энергоснабжающих организаций от регистратора электроэнергии с сокращенным названием АСКУЭ.

Ключевые слова: АСКУЭ, ИС, АСДУ, учет энергии, приборы измерения электричества, цифровые счетчики.

Аңдатпа: Қазіргі уақытта энергетикалық жүйелердің (ЭЖ) тиімділігін арттыру біздің елімізде электр энергиясын есепке алуды міндетті түрде талап етеді. Ең өзекті мәселе - ЭЖ-де автоматтандырылған жүйелерді (ASKUE, APCS және PSE ACS) енгізу. Бұл мақалада электрмен жабдықтау ұйымдары үшін электр энергиясын есепке алу жүйесін (ASKUE) пайдаланудың экономикалық тиімділігі қарастырылады.

Кілт сөздер: ASKUE, IS, ASDU, энергияны есепке алу, электр энергиясын есептегіштер, сандық есептегіштер.

Abstract: Improving the efficiency of power systems (PS) currently requires mandatory electricity metering in our country. The most pressing issue is the implementation of automated systems (ASKUE, APCS, and PSE ACS) in PS. This article

examines the economic efficiency of using an electricity metering system (ASKUE) for power supply organizations.

Keywords: ASKUE, IS, ASDU, energy metering, electricity meters, digital meters.

Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) – это комплекс технических и программных средств, предназначенных для организации автоматического учета электроэнергии и автоматизированного управления процессом энергопотребления.

Перечислим возможности АСКУЭ [1]:

- непрерывное или с минимальным интервалом усреднения измерение параметров энергоучета потребителей (потребление электроэнергии и ее мощность по точкам учета);
- круглосуточный сбор измерительных данных, накопление, обработку и передачу этих данных;
- передача накопленных данных на другие информационные уровни – в БД серверов как самого объекта учета, так и энергосбытовых организаций и общереспубликанских центров хранения и анализа данных;
- анализ и выработка управляющих воздействий на другие технические средства, при выходе учитываемых параметров электроэнергии за заданные пределы.

Возможность контроля баланса полученной и потребленной электроэнергии, а также возможность удаленного доступа к данным и автоматизация сбора информации, в совокупности представляют собой наиболее эффективный способ борьбы с хищением электроэнергии.

Использование в комплекте со счетчиками, оснащенных встроенными радиомодулями, внешних выносных датчиков мощности, устанавливаемых в самом начале отходящей в сторону потребителя линии, позволяет сравнивать показания мощности прибора учета и непосредственно в линии.

В результате, для точного контроля потребления электроэнергии нужно войти в личный кабинет пользователя электроэнергии на сайте и сравнить показания. Если счетчик показывает меньшую потребляемую мощность по сравнению с данными от внешнего датчика, то на лицо факт хищения электроэнергии. Использование такой измерительной и оцениваемой системы решает вопрос доступа на территорию собственника - он просто не нужен. Все данные можно получить удаленно. При этом ответственность за сохранность установленного на территории оборудования несет сам собственник.

Теперь оценим расчет экономической эффективности внедрения АСКУЭ для энергоснабжающей организации. Допустим, имеется однотрансформаторная подстанция 10/04 кВ, от которой на стороне 0,4 кВ питается потребитель мощностью 50 кВт (рисунок 1).

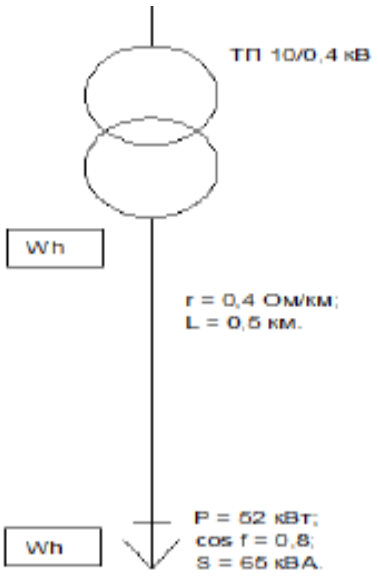


Рисунок 1 - Расчетная схема сети для первого случая

Расчет будем производить для 2 случаев:

1) Контроль отпущенной с подстанции и потребленной потребителем электроэнергии производится с помощью счетчиков старого образца.

2) Контроль отпущенной с подстанции и потребленной потребителем электроэнергии производится с помощью АСКУЭ.

В первом случае невозможно оперативно выявить факт хищения электроэнергии. Поэтому зададимся величиной не санкционированно подключенной нагрузки равной 2 кВт. Суммарная мощность нагрузки возрастет до 52 кВт.

Далее определим нагрузочные потери мощности в линии:

$$\Delta P_{н1} = \frac{S^2}{U^2} \cdot R \cdot L, \quad (1)$$

где – полная мощность нагрузки, кВА; U – номинальное напряжение сети, кВ; R – удельное активное сопротивление, Ом/км; L – длина линии, км.

$$\Delta P_{н1} = \frac{65^2}{0{,}38^2} \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}5 = 5{,}852 \text{ кВт}.$$

Отпущенная электроэнергия с подстанции оценивается как:

$$\Delta W_{н1} = (P + \Delta P_{н1}) \cdot \tau, \quad (2)$$

где – время наибольших потерь (принимаем 4000 ч).

$$\Delta W_{н1} = (52 + 5{,}852) \cdot 4000 = 231400 \text{ кВт·ч}.$$

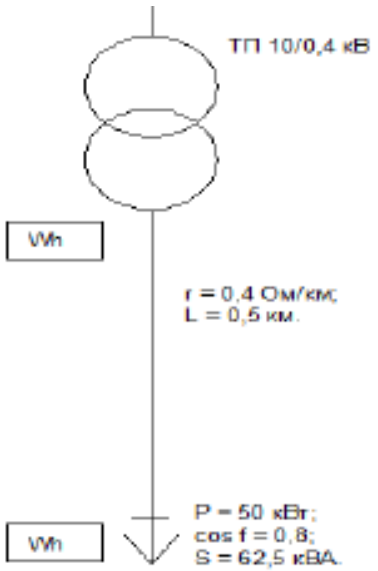


Рисунок 2 - Расчетная схема сети для второго случая

$$\Delta P_{н2} = \frac{62{,}5^2}{0.38^2} \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}5 = 5{,}410 \text{ кВт}. \quad \Delta W_{н2} = (50 + 5{,}410) \cdot 4000 = 221600 \text{ кВт·ч}.$$

Определим разность в отпуске электроэнергии: $dW = \Delta W_{н1} - \Delta W_{н2}$; $dW = 231400 - 221600 = 9766$ кВт · ч.

Стоимость неоплаченной электроэнергии будет иметь вид:

$$C_{эз} = dW \cdot C_{эзуд}, \qquad (3)$$

где $C_{эзуд}$ - цена 1 отпущенной электроэнергии (примем $C_{эзуд} = 0{,}2$ у.е./кВт · ч).

Значит $C_{эз} = 9766 \cdot 0{,}2 = 1953$ у.е. Тогда стоимость комплекса АСКУЭ вычисляется выражением:

$$C_{аскуэ} = K + И, \qquad (4)$$

где К - капитальные затраты на установку АСКУЭ (примем $K = 1500$ у.е.); И - амортизационные отчисления и эксплуатационные затраты (примем $И = 100$ у.е.).

Расчетные значение будет иметь вид: $C_{аскуэ} = 1500 + 100 = 1600$ у.е.

Срок окупаемости АСКУЭ рассчитывается выражением:

$$T = \frac{C_{аскуэ}}{C_{эз}}, \qquad (5)$$

Расчет показывает значение: $T = \frac{1600}{1953} = 0{,}819 \text{ год} = 10 \text{ месяцев}.$

Значит срок окупаемости комплекса АСКУЭ получился меньше года, что подтверждает эффективность применения АСКУЭ для энергоснабжающих организаций.

С увеличением точек учета увеличиться стоимость комплексов и затрат на эксплуатацию данных комплексов, что может незначительно отразиться на сроке окупаемости в большую сторону.

На основе приведенных расчетов можно сказать, что благодаря внедрению АСКУЭ, энергоснабжающие организации могут значительно улучшить свой финансовый результат за счет увеличения полезного отпуска и снижения потерь.

Действующие и вводимые в строй АСКУЭ потребителей и объектов энергосистемы, действующие АСДУ и АСУ ТП электростанций должный быть интегрированы во всеобъемлющую АСУ производством и сбытом электроэнергии (АСУ ПСЭ), способную обеспечить завершение построения эффективной организационно-технической структуры управления эффективностью энергетики и перехода к цивилизованному рынку электроэнергии [2].

В заключении можно отметить, что в учебной лаборатории кафедры ИСиТ, входящей в состав «Цифровой аллеи» Есильского университета согласно таким полученным результатам, авторы статьи создали автоматизированное рабочее место (АРМ АСКУЭ). Здесь обучающиеся по специальности ВТПО могут реально выполнять исследовательские работы по организации учета электроэнергии в учебной лаборатории за часы, пройденные за сутки, недели, месяцы и учебный год. По результатам проведения исследовательских работ, преподаватели могут выработать рекомендации по учету энергии и передать в административно-хозяйственный отдел университета для ведения коррекции по оплате затраченной электроэнергии или экономии имеющихся затрат по учету энергии в целом по учебным лабораториям «Цифровой аллеи» Есильского университета.

Список использованных источников:

1. Забелло Е. П. Автоматизированные системы контроля и учета энергоресурсов: учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования. / Е. П. Забелло, В. А. Дайнеко, В. Г. Булах. - Минск: БГАТУ, 2016. - 436 с.

2. Петруша Ю. С. Современные задачи управления эффективностью энергоиспользования / Ю. С. Петруша // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ - Энергетика: международный научно-технический журнал. - 2012. - №4. 34-41.

Кульмамиров С. А., к.т.н., академик МАИН, и. о. доцента,
Махметов Т. М., преподаватель кафедры ИСиТ,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

МЕТОДИКА ВЕДЕНИЯ СЕМИНАРОВ НА ПЛАТФОРМЕ ARDUINO

Аннотация: В статье описаны методики по ведению исследовательских работ изучения физических явлений, принципов работы цифровых устройств, особенностям программирования контроллера и электрических цепей через цифровую платформу Arduino и программной среды Arduino IDE. Реализация подхода к составлению исследовательских работ носит проектный характер и позволит обучающимся освоить компетенции и виды профессиональной деятельности, относящиеся к инженерно-техническим специальностям.

Ключевые слова: исследовательская работа, программирование, технические устройства, программное управление, платформа Arduino, макетная плата, светодиод, конструирование, проекты.

Аңдатпа: Бұл мақалада физикалық құбылыстарды зерттеу әдістері, сандық құрылғылардың жұмыс принциптері және Arduino сандық платформасы мен Arduino IDE бағдарламалық ортасын пайдалана отырып, контроллерлер мен электр тізбектерін бағдарламалау ерекшеліктері сипатталған. Бұл жобаға негізделген зерттеу тәсілі студенттерге инженерлік және техникалық мамандықтарға қатысты құзыреттіліктер мен кәсіби әрекеттерді игеруге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: зерттеу, бағдарламалау, техникалық құрылғылар, бағдарламалық басқару, Arduino платформасы, тақта, жарықдиод, дизайн, жобалар.

Abstract: This article describes research methods for studying physical phenomena, operating principles of digital devices, and the specifics of programming controllers and electrical circuits using the Arduino digital platform and the Arduino IDE software environment. This project-based research approach will enable students to master competencies and professional activities related to engineering and technical specialties.

Keywords: research, programming, technical devices, software control, Arduino platform, breadboard, LED, design, projects.

Предлагаемые в статье подходы поддерживают следующую форму выполнения учебной работы в виде исследовательской последовательности: названия работы или проекта, поставленные цели для успешного выполнения работы, выбор нужных измерительных приборов и соответствующего к работе оборудования, изложение теоретических и справочных сведений, порядок выполнения работы в виде практической реализации цели для освоения навыка

выполнения работы, контрольных вопросов для тестирования освоенного знания или получения практических результатов, списка источников по усвоению методики выполнения практического задания обучающимся. Приводится описание реализации каждого из этих элементов (рисунок 1). Практическую часть работы требуется реализовать в виде 3 составляющих: построение электрической схемы или сборка определенного устройства с программным управлением, алгоритмизация процессов и программирование работы этого устройства, выполнение экспериментальных измерений или наблюдение особенностей функционирования полученной программно-технической системы.

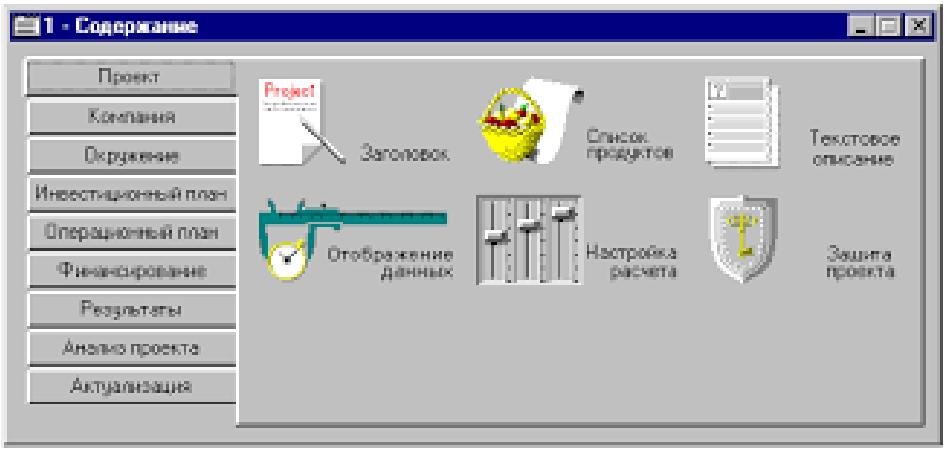


Рисунок 1 – Проект по составлению порядка его выполнения

Реализация лабораторных работ осуществляется в виде пилотного проекта для обучающихся старших курсов и в виде исследовательской работы обучающимся младших курсов при изучении соответствующих дисциплин инженерной образовательной программы. Обучающиеся, составляющие лабораторные работы, придерживаются предложенной структуры выполнения лабораторной работы, особенно ее практической части. Также приводится шаблонный пример текста выполненной работы, составленной обучающимися и переработанной преподавателями.

Отметим, что в источниках [1-8] рассмотрены особенности применения компетентностного подхода при осуществлении подготовки бакалавров в рамках образовательного процесса. В этих работах изучаются особенности проведения лекционных, лабораторных и практических занятий при реализации основных образовательных программ высшего образования.

Далее, в [9-10] излагается, что при выполнении и составлении лабораторных работ по профилю подготовки бакалавра осваивается большинство компетенций, присутствующих в образовательном стандарте по соответствующему направлению подготовки бакалавриата. Такие осваиваемые компетенции позволяют осуществлять почти все виды практической деятельности, ко-

торые будут реализовывать успешно окончивший обучение выпускник при реализации своих должностных обязанностей в рамках осуществления профессиональной деятельности.

При изучении вопросов управления современными техническими устройствами необходимо учитывать особенности конструирования этих устройств, а также функционирования их систем управления. Системы управления такими устройствами в большинстве случаев строятся на основе программируемых цифровых микросхем. Поэтому кроме особенностей конструирования различных технических устройств необходимо также изучение и освоение навыка использования основ программирования этих устройств для наиболее эффективного их использования. Подобное возможно, например, при использовании образовательных платформы Arduino [1-2]. Наиболее эффективной формой освоения компетенций является выполнение лабораторных работ по изучению различных физических явлений и технических систем [21].

В поставленной цели лабораторной работы присутствует описание основной направленности действии обучающихся при ее выполнении. Она согласуется с названием лабораторной работы. В элементе «задание и порядок выполнения работы» находится описание приборов, использование которых необходимо для выполнения практической части лабораторной работы. Если данный элемент в лабораторной работе отсутствует, то это означает, что лабораторная работа носит теоретический характер и не предполагает выполнение реальных экспериментов, подобное возможно при отсутствии требуемого оборудования или его неисправности.

В теоретических сведениях и справочных материалах (при наличии данного элемента) приводится информация о теоретических основах, знание которых необходимо для правильного выполнения лабораторной работы. В практической части приводится описание действий, которые необходимо выполнить для создания правильного отчета по лабораторной работе. Контрольные вопросы в конце каждой лабораторной работы содержат свыше пяти вопросов, связанных с изучением и выполнением лабораторной работы.

Практическую часть лабораторных работ обобщенно можно представить следующим набором действий, выполняемых обучающихся:

1) Составить электрическую схему на макетной плате для правильной работы изучаемого прибора. Схема подключения приводится в тексте лабораторной работы или берется из руководства по эксплуатации Arduino. После сборки схемы необходимо ее проверить и сообщить преподавателю для проверки правильности сборки (рисунок 2).

2) Запустить среду программирования Arduino IDE. Написать программу для подключения и запуска соответствующих портов платы Arduino, к которым подключается собранная на макетной плате электрическая схема (рисунок 3). Указать параметры для работы программы по управлению функционирования исследуемого прибора. После написания программы проверить ее

и показать преподавателю для проверки правильности написания программы. Далее в присутствии преподавателя запускают собранную схему под управлением программы.

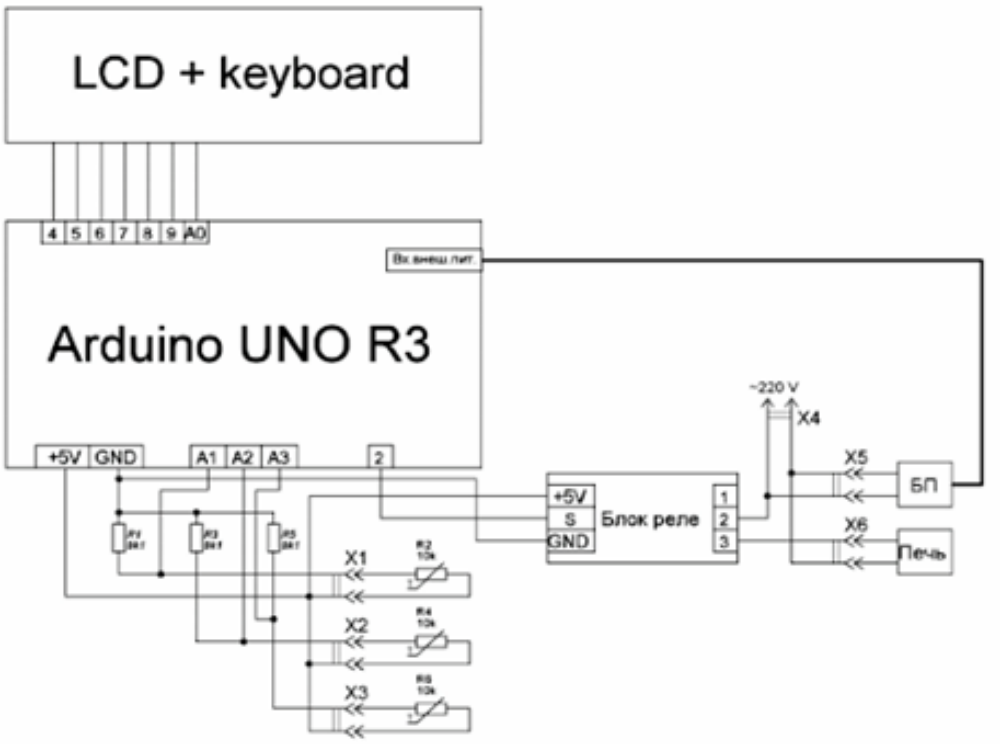


Рисунок 2 – Составление электрической схемы для платформы Arduino

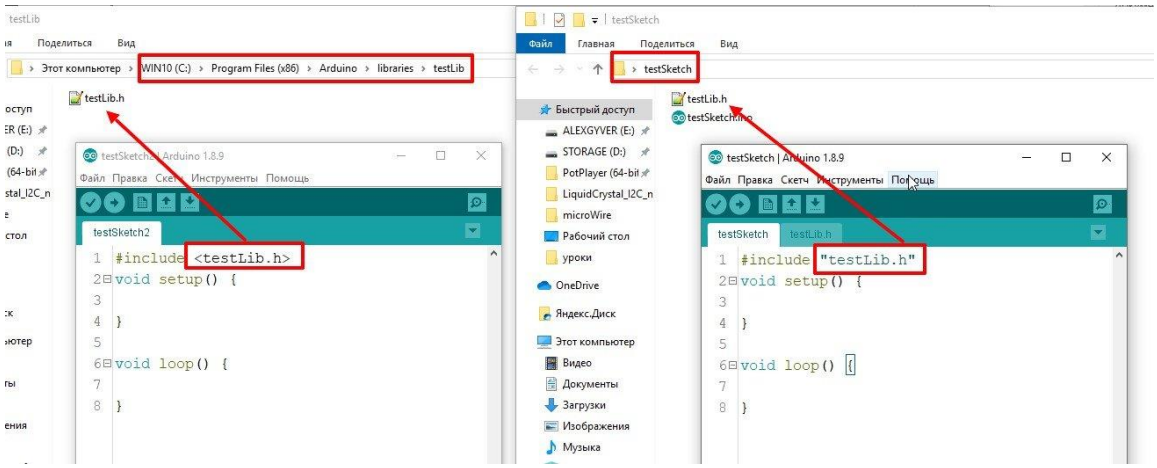


Рисунок 3 – Программирование набранной схемы

3) Снять экспериментальные данные и показания приборов для достижения цели, поставленной в лабораторной работе (рисунок 4). Также продемонстрировать и объяснить особенности функционирования собранной электрической схемы. После выполнения указанных действий по выполнению лабораторной работы, описанных в практической части, обучающиеся оформляют отчет по каждой лабораторной работе, где отражаются основные этапы

выполнения экспериментальной части и подтверждения теоретической части в виде расчетов, построения чертежей, формулировки выводов по выполненной работе.

4) После подготовки отчета преподавателем задаются вопросы об особенностях написания программы для платы Arduino, выполнения экспериментов и проведения расчетов в лабораторной работе, о сущности протекающих физических явлений при проведении экспериментов и о работе различных технических устройств, входящих в состав измерительных установок.

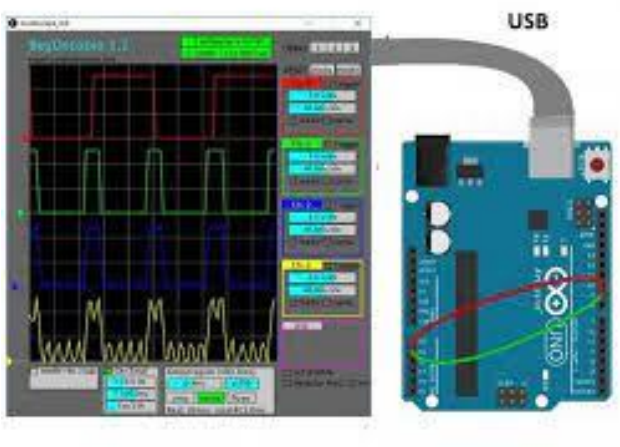


Рисунок 4 – Регистрация показаний измерительных устройств на платформе Arduino

Освоение знания по теоретической части работы осуществляется в виде поиска необходимых сведений и информации с использованием всех доступных ресурсов (учебников, поисковых интернет-систем и информации с профильных сайтов университета). Далее обучающийся осваивает навыки выполнения практической части работы. Составляются, собираются и строятся требуемой для раскрытия темы и цели лабораторной работы электрической схемы, а также программа для правильной работы электрической схемы. Затем оцениваются параметры элементов схем для их изменения при выполнении исследовательской (экспериментальной) части лабораторной работы. Причем изменяемые параметры могут присутствовать как в программе, регулирующей работу электронного устройства, так и в электрической схеме самого устройства, или одновременно в программе и электрической схеме. Способ реализации вариативности параметров также оцениваются обучающимися. В завершение выполнения лабораторной работы готовятся варианты ответов на контрольные вопросы по теме лабораторной работы.

На всех этапах составления лабораторной работы в качестве эксперта, оценивающего завершенность соответствующей структурной части элемента лабораторной работы, выступает преподаватель. При необходимости преподаватель направляет работы обучающихся по всем этапам работы и консультирует по возникшим неразрешимым самостоятельно вопросам и действиям по реализации экспериментальной или исследовательской части работ.

В качестве примера приведем немного переработанное содержание одной такой лабораторной работы на тему «Изучение режимов работы светодиода», разработанной обучающимися указанного практического задания по выполнению лабораторных работ.

Целью рассматриваемой лабораторной работы является изучение особенностей составления электрической схемы для изучения режимов работы светодиода и программирования выбранных режимов светодиода через плату Arduino. Для достижения этой цели обучающийся собирает воедино компьютер с программой Arduino, плату Arduino с комплектом KS0078 (макетная плата, красный светодиод, резистор 220 Ом, проводные перемычки).

Теперь обучающийся изучает и осваивает теоретическую часть лабораторной работы, где содержатся сведения об используемом оборудовании и особенностях подключения к нему светодиода. Платформа Arduino является электронным устройством, в составе которого находится контроллер ATmega328. На плате присутствует 14 цифровых входов/выходов, 6 аналоговых входов, выходы для питания различных устройств, кварцевый резонатор на 16 МГц, разъем USB, разъем питания платы, разъем для внутрисхемного программирования и кнопка сброса. Для начала работы с устройством необходимо подключить плату к компьютеру посредством USB-кабеля, который также будет служить источником питания платы Arduino. Через USB-кабель осуществляется программирование работы контроллера через программу Arduino IDE.

Макетная плата позволяет много раз проводить отладочные работы изменяя модификацию схем и способы подключения устройств. Макетная плата для монтажа без пайки имеет пластиковое основание с множеством отверстий (стандартное расстояние между ними составляет 2,54 мм). Макетная плата включает также по две линии питания с каждой из сторон: «красная линия» используется для подачи «+» части напряжения, «синяя» – «-», обозначающая землю схемы. За счет наличия двух шин питания на плату могут подаваться два различных уровня напряжения. Для упрощения ориентации на макетной плате также нанесены цифровые и буквенные обозначения, которыми можно руководствоваться, создавая, например, инструкцию для подключения.

Светодиод подключается через резистор 220 Ом. Подключение без резистора приведет к выходу из строя светодиода и может привести к выходу из строя платы Arduino. Для работы светодиода можно ставить резисторы с номиналом от 125 Ом до 1 кОм (и выше). Чем выше сопротивление, тем менее ярко будет испускать излучение светодиод.

В практической части содержится информация о порядке выполнения лабораторной работы. Первоначально требуется собрать электрическую схему. Для этого необходимо подключить светодиод через резистор к цифровому контакту под номером 31, так как это показано на рисунке 5.

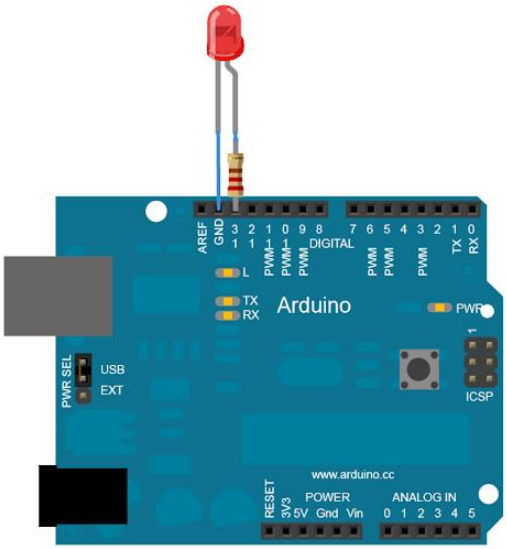


Рисунок 5 – Электрическая схема подключения светодиода
через резистор к 10 контакту платы Ардуино

Схему после сборки нужно продемонстрировать преподавателю для проверки правильности подключения различных элементов. Затем необходимо подключить плату Arduino к компьютеру. Для этого понадобится USB кабель. После его подключения к компьютеру, на плате загорится светодиод «ON» и начнёт мигать светодиод «L» (рисунок 5). Далее нужно зайти в «Диспетчер устройств» (комбинация клавиш ctrl+alt+delete). Раскрыть вкладку «Порты COM и LPT», чтобы узнать: какой номер COM-порта присвоен подключенной плате Arduino.

Потом запустить программу Arduino. В ней перейти в меню Сервис → Плата и среди множества вариантов выбрать вариант соответствующей используемой плате, в данном случае – это Arduino Uno. Затем перейти в меню Сервис → Последовательный порт и выбрать порт, к которому подключена плата Arduino. Если список последовательных портов пуст, значит плата Arduino неправильно подключена. Для исправления этой ошибки необходимо заново подключить USB кабель или заменить его, или использовать другой USB порт для подключения USB кабеля. После выполнения указанных действий необходимо записать текст программы (листинг 1), и запустить его на выполнение под контролем преподавателя. Текст программы представлен на листинге 1 (после двойной косой черты указаны комментарии к соответствующей строке программы).

В результате действия данной программы светодиод будет включаться на 1 секунду и выключаться на 1 секунду. Так как программа запускается микроконтроллером циклически, то получится эффект мигания светодиода с периодом в 2 секунды. Пользуясь этой программой, необходимо написать свою программу для обеспечения мигания светодиода, выбрав времена задержки в

соответствии с указаниями преподавателя. После выполнения указанных действий необходимо продемонстрировать результат работы модифицированной программы и прокомментировать работу светодиода.

```
      int ledPin = 10; // определить
цифровой вывод 10 для подачи сигнала
      void setup () // установка пара-
метров программы
      {
      pinMode (ledPin, OUTPUT); //
определить цифровой вывод в качестве
выходного
      }
      void loop () // далее идет текст
программы
      {
      digitalWrite (ledPin, HIGH); //
включить светодиод с помощью процедуры
      delay (1000); // задержка дли-
тельность 1 секунда
      digitalWrite (ledPin, LOW); //
выключить светодиод с помощью процедуры
      delay (1000); // задержка дли-
тельностью 1 секунда
      }
```

Листинг 1 – Листинг управления включения светодиода программным способом

В конце текста исследовательской работы приводятся контрольные вопросы типа: Какие компоненты входят в состав платы Arduino? Что такое макетная плата? Какие функции она выполняет? Без какого важного компонента нельзя подключать светодиод к плате Arduino? Вызов какой функции обеспечит включение светодиода? Как подключить Arduino к компьютеру (расскажите последовательность действий).

Такого типа работы могут применяться в процессе обучения и для обучающихся (1 - 3 курсы). Они при изучении своих дисциплин учебного плана могут лабораторные работы, составленные обучающимися старших курсов. Работы также могут быть использованы в качестве основы для кружковой и проектной деятельности в учебных лабораториях университетов при организации кружковой работы по ИТ, робототехнике, конструированию и программированию.

Таким образом при составлении исследовательских работ возможно осуществлять реализацию различных проектов по программированию, конструированию, составлению электрических схем и проверки параметров их работы, по экспериментальному изучению физических явлений. При такой реализации лабораторной работы в качестве проекта деятельность обучающихся становятся активными, оттачиваются их профессиональные навыки и умения (рисунок 6) в процессе выполнения, особенно разработки лабораторных работ с использованием платы Arduino.



Рисунок 6 – Освоение навыков по изучению цифровой технологии

В комплексе развиваются и осваиваются компетенции естественнонаучной направленности, связанные с физико-техническими дисциплинами: теорией управления, информатикой и программированием, построением и реализацией алгоритмов, а также достигаются различные предметные цели, относящиеся к соответствующим областям знаний.

Список литературы

1. Сорокин А. Н. Формирование компетенций у студентов естественнонаучных специальностей и направлений подготовки при проведении лабораторных работ // Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Воронеж: ВГЛТА, 2013. № 5 (5). С. 489-494.

2. Сорокин А. Н. Особенности формирования компетенций у студентов при выполнении лабораторных работ по изучению распространения акустических волн // Актуальные проблемы модернизации математического и естественно-научного образования: сб. науч. тр. по матер. Всерос. науч.-метод. конф. г. Балашов. Саратов: Саратовский источник, 2018. С.116-119.

3. Фахертдинова Д. И., Кондратьев В. В., Осипова А. И. Методические особенности преподавания физики в строительном вузе // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т.17. №24. С.319-323.

4. Аглямова З. Ш., Камашева Ю. Л., Шевченко Д. В. Об одном подходе к измерению сформированности компетенций // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2 (23). С.15-18.

5. Алиева У. Г., Муртузалиев М. О. Этапы формирования у студентов научного мировоззрения студентов // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2 (23). С.26-29.

6. Мишанова О. Г., Батенова Ю. В. Информационно-языковая компетенция современного ребенка в новом культурном контексте цифрового общества // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2 (23). С.44-48.

7 Гузнова А. В., Павлова О. А., Шумилова О. Н. Формирование межкультурной компетентности студентов посредством дисциплин гуманитарного цикла // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2 (23). С.82-85.

8 Курбанов Т. К. Проблемы формирования профессиональной компетентности студентов в условиях информационного взрыва // Азимут научных исследований. 2018. Т.7. №2 (23). С.138-141.

9 Меньшикова Т. И., Перепелкина А. В., Абасова М. Ю. Мотивация к здоровому образу жизни как компонент социальной компетентности студентов // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2 (23). С.165-168.

10 Нурмеева Е. К. Личность инженера как аспект рассмотрения, необходимый для формирования у студентов текстовой компетенции // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2. (23). С.180-182.

Кульмамиров С. А., к.т.н., академик МАИН, и. о. доцента,
Мысжанов З., преподаватель кафедры ИСиТ,
Токишева М., преподаватель кафедры ИСиТ,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

РЕАЛИЗАЦИЯ RS- И D-ТРИГГЕРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Аннотация: В статье раскрываются вопросы ведения исследований в области алгебры логики для применения онлайн симуляторов при моделировании цифровых устройств. Подробно описаны основные технические характеристики, структура и ход проводимых исследований по алгебре логики, предметное содержание и межпредметные связи, целевые предметные и метапредметные результаты на основе современного компетентностного подхода.

Ключевые слова: цифровая схемотехника, алгебра логики, логический вентиль, исследовательская работа.

Аңдатпа: Бұл мақалада сандық құрылғыларды модельдеуде онлайн симуляторларды пайдалану үшін буль алгебрасы саласындағы зерттеулер қарастырылады. Онда қазіргі буль алгебрасын зерттеудің негізгі техникалық сипаттамалары, құрылымы және ілгерілеуі, пән мазмұны және пәнаралық байланыстар, сондай-ақ заманауи құзыреттілікке негізделген тәсілге

негізделген мақсатты пәндік және мета-пәндік нәтижелер егжей-тегжейлі сипатталған.

Кілт сөздер: сандық схеманы жобалау, буль алгебрасы, логикалық қақпа, зерттеу.

Abstract: This article explores research in the field of Boolean algebra for the use of online simulators in digital device modeling. It describes in detail the main technical characteristics, structure, and progress of current Boolean algebra research, subject content, and interdisciplinary connections, as well as targeted subject and meta-subject results based on a modern competency-based approach.

Keywords: digital circuit design, Boolean algebra, logic gate, research.

Алгебра логики и логические операции, выраженные в виде логических вентилей, позволяют современным компьютерам не только обрабатывать информацию, но также осуществлять другой важнейший информационный процесс - хранение информации.

Таблица 8 демонстрирует работу RS-триггера: при различных значениях входов Reset и Set вход Set устанавливает значение триггера; при значениях входов Reset и Set, одновременно равных 1, установленное значение RS-триггера сохраняется. Реализация асинхронного RS-триггера на двух элементах И-НЕ (NAND Gate) показана на рисунке 1.

Таблица 1 - Таблица истинности RS-триггера на двух элементах И-НЕ

Reset	*Set*	*Q*	*−Q*
0	0	Запрещено	
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	Хранение бита	

Рассмотренный выше асинхронный RS-триггер - лишь один из множества видов триггеров – устройств цифровой схемотехники, позволяющих хранить информацию.

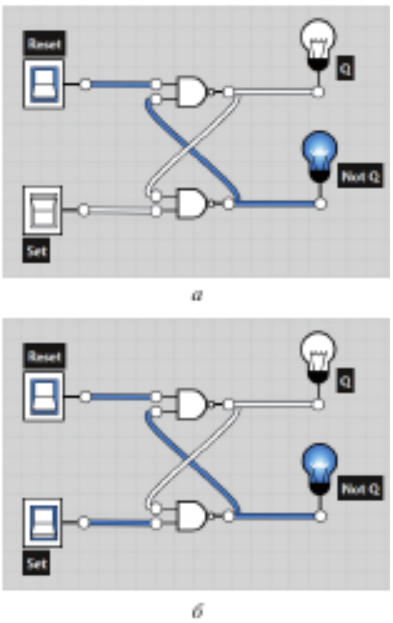
Таблица 2 демонстрирует принципы работы D-триггера: при значении 0 на входе C триггер сохраняет бит, при значении 1 на входе C триггер изменяет свое состояние на значение входа D. Для демонстрации работы D-триггера при открытии сайта Logic.ly в модальном окне следует выбрать «D Latch».

Обсуждая применение триггеров, уместно вспомнить классификацию компьютерной памяти и, в частности, оперативной памяти на динамическую и статическую память [18]. Если в динамической памяти для хранения одного бита используется один конденсатор и один транзистор, то в памяти статиче-

ского типа для хранения одного бита информации используется триггер. Главным достоинством статической памяти, построенной на триггерах, является большая скорость операций с таким типом памяти.

Таблица 2 - Таблица истинности D-триггера

C	D	$Q(t)$	$Q(t+1)$	Комментарий
0	X	0	0	Режим хранения информации
0	X	1	1	
1	0	X	0	Режим записи информации
1	1	X	1	



а *б*

Рисунок 1 - Асинхронный RS-триггер:
установка 0 (а) и его последующее хранение (б)

После моделирования цифровых устройств обработки и хранения информации ученики создают схему мультиплексора, позволяющего передать сигнал с выбранного входа на свой единственный выход. Для выбора входа данных используются адресные входы мультиплексора.

Модель мультиплексора 2-в-1, реализованная в онлайн-среде Logic.ly, показана на рисунке 7. Соответствующая таблица истинности приведена в таблице 3.

Выделение синим цветом в таблице 10 показывает, какие входные данные будут переданы мультиплексором на выход в зависимости от значения адресного входа S.

Дополнительным заданием является самостоятельное моделирование мультиплексора 4-в-1, пример которого приведен на рисунке 3. При создании

мультиплексора 4-в-1 необходимо использование трехвходового вентиля AND и четырехвходового вентиля OR, изменение количества входов возможно при размещении вентиля на схеме, указывая значение в правом нижнем углу рабочей области Logic.ly (рисунок 2).

Таблица 3 - Таблица истинности мультиплексора 2-в-1

S	D_1	D_0	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

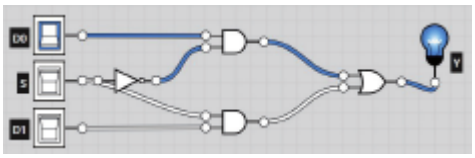


Рисунок 2 - Мультиплексор 2-в-1: D0, D1 - входы данных,
S - адресный вход, Y - выход

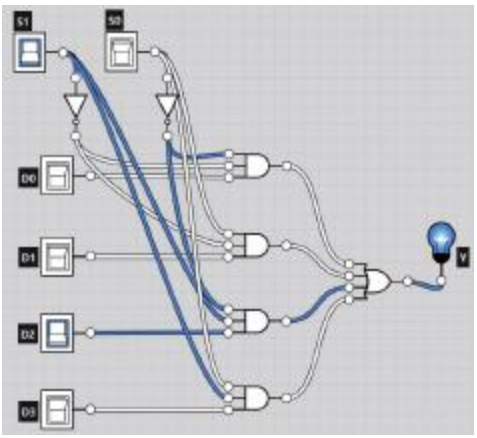


Рисунок 3 - Мультиплексор 4-в-1: D0, D1, D2, D3 - входы данных,
S0, S1 - адресные входы, Y - выход

Последним практическим заданием исследовательской работы по схемотехнике является моделирование дешифраторов - цифровых устройств, передающих логическую единицу на выход, соответствующий заданному двоичному адресу. На основе приведенной преподавателем схемы ученики в Logic.ly моделируют дешифраторы 2:4 и 3:8.

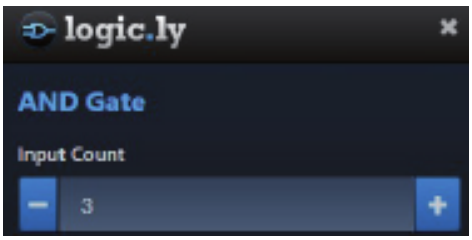


Рисунок 4 - Изменение количества входов логического вентиля

Дешифратор как цифровое устройство демонстрирует взаимосвязь двоичной и десятичной систем счисления с алгеброй логики и прекрасно подходит для изучения счета в двоичной системе счисления.

В качестве возможных дополнительных и домашних заданий для обучающихся можно предложить:

1) использование семиразрядного индикатора (4-Bit Digit в Logic.ly) для изучения двоичной и шестнадцатеричной систем счисления;

2) практическое изучение других видов триггеров, в том числе разницы между асинхронными и синхронными триггерами;

3) применение нескольких сумматоров для сложения n-разрядных двоичных чисел;

4) создание моделей демонстрации работы булевых функций, например, тернарного сложения по модулю 2 (тернарного XOR), сложного не только для учеников на уровне общего образования, но и для обучающихся технических вузов;

5) углубленное изучение динамических запоминающих устройств повышенного быстродействия.

Главной технологической платформой занятия служит онлайн-среда для разработки цифровых схем Logic.ly: https://logic.ly/demo/. Также при проведении занятия используются презентации, созданные преподавателями, принимающими участие в проведении исследовательских работ.

Таким образом, можно резюмировать, что в статье представлены возможности исследовательских работы учебной лаборатории по схемотехнике. Здесь можно создавать и исследовать цифровые устройства в онлайн-симуляторе, организуемая в рамках функционирования «Цифровой аллеи» Есильского университета.

Также приведены характеристики цифровых устройств, структура и содержание практических занятий, для преподавателей накапливается информация о деятельности обучающихся на занятиях на различных этапах выполнения, назначенных обучающимся работ.

В каждой исследовательской работе подчеркивается важность изучения алгебры логики, лежащей в основе процессов обработки, хранения и передачи данных и информации, раскрывается взаимосвязь базовых цифровых устройств и основных частей микропроцессорной системы в устройствах процессора и памяти.

Список использованных источников:

1. Альманах «Русская система обучения ремеслам. Истоки и традиции». Т. I-VII. М.: НОЦ «Контроллинг и управленческие инновации», 2021.
2. Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика. Базовый уровень: учебник для 10 класса. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. 288 с.
3. Видьманов Д. А., Локтев Д. А., Попов В. С. Информационные технологии для решения практических задач: методические указания к выполнению лабораторных работ. М.: МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2016. 58 с.
4. Горюшкин А. П. Полные булевы функции // Вестник Камчатского государственного технического университета, Петропавловск-Камчатский. 2011. № 15. С. 5–11.
5. ГОСТ 2.743-91. Межгосударственный стандарт. ЕСКД. Обозначения условные в графических схемах. Элементы цифровой техники. https://docs.cntd.ru/document/1200010863.
6. Зеленцова Н. Ф, Зеленцова Е. В., Зеленцов В. В. Университетская среда для учителей в МГТУ им. Н. Э. Баумана // XLIV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С. П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых - пионеров освоения космического пространства (Москва, 28–31 января 2020 г.). Сборник тезисов. В 2 т. Т. 2. М.: Изд-во МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2020. С. 25–27.
7. Исмагилова Е. И. Булевы функции и построение логических схем: учебное пособие. М.: МИРЭА, 2015. 160 с.
8. Логические элементы // BEAM-ROBOT.RU - сайт о робототехнике и роботах. http://beam-robot.ru/electronics_for_beginners/logic_gates.php.

Кульмамиров С. А., к.т.н., и.о. доцента, академик МАИН,
Абдибекова Л. М., ст. преподаватель, кафедры ИСиТ,
Кенебаева Д., преподаватель, кафедры ИСиТ,
Есильский университет, Астана

ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ ЕГО РАЗВИТИЕ

Аннотация: Среди трендов индустриальной революции Индустрия 4.0 выделяется технология Интернет вещей (IoT) – это сеть цифровых приборов и устройств, взаимодействующих между собой через Интернет. В статье рассмотрены возможности IoT как содержательного контента технологического образования будущих ИТ-специалистов. В технических университетах следует намного чаще вести дисциплину «Интернет вещей», который является

составляющей частью ОП «Цифровые технологии» и «ВТПО». Раскрыты подходы деятельности исследовательской IoT лаборатории в составе "Цифрового аллея" Есильского Университета.

Ключевые слова: Интернет вещей, RFID, сенсорная сеть, архитектура и безопасность в Интернете вещей, киберфизические системы, цифровая экономика, смарт системы.

Аңдатпа: Индустрия 4.0 индустриалды революциясының үрдістерінің ішінде Заттар интернеті (ЗТ) ерекшеленеді. Бұл интернет арқылы бір-бірімен өзара әрекеттесетін сандық құрылғылар мен тұрмыстық техника желісі. Бұл мақалада болашақ IT мамандарын технологиялық оқытудың маңызды құрамдас бөлігі ретінде ЗТ әлеуеті қарастырылады. Техникалық университеттер Цифрлық технологиялар және жоғары техникалық білім беру бағдарламаларының құрамдас бөлігі болып табылатын ЗТТ курсын жиірек ұсынуы керек. Есіл университетінің Цифрлық аллеясындағы ЗТТ зертханасының тәсілдері талқыланады.

Кілт сөздер: Заттар интернеті, RFID, сымсыз сенсорлық желі, ЗТ архитектурасы және қауіпсіздігі, киберфизикалық жүйелер, цифрлық экономика, ақылды жүйелер.

Abstract: Among the trends of the Industry 4.0 industrial revolution, the Internet of Things (IoT) stands out. It is a network of digital devices and appliances interacting with each other via the internet. This article examines the potential of IoT as a meaningful component of the technological education of future IT specialists. Technical universities should offer the Internet of Things course, which is a component of the Digital Technologies and Higher Technical Education programs, more frequently. The approaches of the IoT research laboratory within the Digital Alley of Yesil University are discussed.

Keywords: Internet of Things, RFID, wireless sensor network, IoT architecture and security, cyber-physical systems, digital economy, smart systems.

В наше время достижения цифровых технологий проникают во все сферы деятельности человека. Глобальная «цифровизация» промышленности определила новую техническую революцию. Важнейшими сквозными технологиями Индустрии 4.0 являются интеллектуальная робототехника и искусственный интеллект, аддитивные технологии, технологии виртуальной и дополненной реальности, технологии Big Data, промышленный Интернет вещей (IoT) [1]. Поэтому темы современных технологий необходимо включать в содержание технологического образования в университетах.

Сейчас важно отразить приоритеты научно-технологического развития Казахстана. Необходимо изучать и освоить инновационные технологий на базе технически оснащенных университетских исследовательских лабораторий [3]. Результаты исследований, которые отражены в настоящей статье, по-

священы проблеме интеграции в технологическое образование будущих специалистов и педагогов одного из перспективных направлений использования технологии Интернета вещей.

Интернет вещей (Internet of Things, IoT) объединяет цифровые датчики и устройства (далее устройства Интернет-вещей), которые взаимодействуют между собой и с внешней средой с помощью встроенных технологий связи и Интернета [4]. В настоящее время число датчиков, устройств, подключенных к Интернету, неуклонно растет. Данные, собранные компанией Cisco и опубликованные Дэйвом Эвансом в отчете [5], говорят о том, что количество таких устройств превысило численность населения Земли примерно в 2005 году. Сейчас интернет-вещей около 50 миллиардов устройств, а к 2030 году, как предполагает К. Шваб [6], ожидается триллион устройств, подключенных к Интернету. IoT применяются в промышленности, транспорте, образовании, медицине, ЖКХ, быту. Применение э той технологии повысит эффективность функционирования современного производства, оптимизировать его, улучшить условия и безопасность труда [8]. Промышленные IoT уже сейчас позволяют внедрять такие технологии в автоматический мониторинг, контроль, управление, техническое обслуживание (рисунок 1, [9].)

В экономике, энергетике и жилищно-коммунальных хозяйствах (ЖКХ) IoT в первую очередь связан с дистанционным мониторингом удаленных энергетических систем и различных счетчиков учета расходования ресурсов. Сбор и анализ информации о состоянии оборудования, его функционировании позволяет мгновенно реагировать на внештатные ситуации, оперативно исправлять проблемы, возникающие в системах. А удаленный контроль счетчиков позволяет бороться с потерями, вызванными неисправностями приборов, несанкционированным использованием энергии.

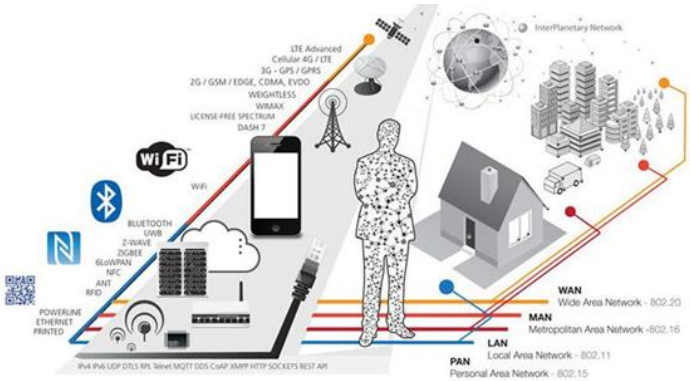


Рисунок 1 - Обзор ключевых технологий и трендов IoT в промышленности

Интернет вещей дал толчок развитию такой отрасли, как телемедицина, с помощью которой возможен дистанционный мониторинг различных параметров здоровья человека, что позволяет удаленно расшифровывать медицинскую информацию, выставлять диагнозы и принимать решения о способе лечения (рисунок 2). В обзоре Г. С. Лебедева, И. А. Шадеркина, И. В. Фоминой

[12] определены наиболее перспективные направления интернет-технологий, среди которых выделяются клиническая и пациент-центрированная телемедицина, медицинский Интернет вещей, медицинские информационные системы.



Рисунок 2 - Дистанционный мониторинг здоровья человека



Рисунок 3 – Интернет вещей как составляющая информационно-образовательной среды

В Казахстане Интернет вещей вошел и в сферу образования (рисунок 3). Можно рассматривать 2 направления, в которых уместно говорить об интернете вещей. Первое – это использование Интернета вещей как одной из составляющих информационно-образовательной среды. Второе – рассмотрение IoT как феномена изучения, содержательного контента образования.

В этом контексте Интернет вещей представляет собой устройства и датчики, встроенные в различные учебные приборы, технические средства обучения. Такие возможности рассмотрены О. Ю. Заславской и А. И. Кирилловым [13]. Уже есть опыт использования технологий IoT на уроках общеобразовательной школы, в частности на уроках информатики. А. А. Гальчук и А. Н. Сергеев [14] в своей работе раскрывают возможности использования методики распределенного обучения информатики с помощью технологий IoT и условия реализации методики обучения в системе «умный класс». Объединение учебного оборудования в единые сети позволяет организовать электрон-

ное обучение с совершенно новыми дистанционными технологиями – технологиями дистанционного управления учебными и научными экспериментами. В исследованиях В. Г. Зубкова, И. И. Колтунова, А. В. Акимова [15] представлено проектирование лабораторных работ для дистанционного обучения обучающихся технических специальностей (рисунок 4).



Рисунок 4 – Возможности дистанционного обучения



Рисунок 5 – Учебная лаборатория кафедры управления и информатики МЭИ

Например, в Московском энергетическом университете О. С. Колосовым, Л. Г. Гениным, Я. И. Листратовым, В Г. Свиридовым [18] автоматизированы лаборатории по элементам автоматики, системам управления, теплотехники и гидравлики (рисунок 5). Дистанционные лабораторные стенды позволяют удалённо проводить исследования проектирования интеллектуальных

систему управления, конвекции в системах труб, теплообмена в воде и газах при различных режимах её течения, различных режимов турбулентности.

В зарубежных университетах удаленные лаборатории также являются эффективным средством организации дистанционного обучения техническим дисциплинам. В Национальном университете Сингапура функционирует дистанционная лаборатория, которая позволяет изучать как простые электротехнические цепи из пассивных RLC-элементов, так и сложные активные схемы с универсальными измерительными приборами. Дистанционные установки объединены сервером, осуществляющим сбор, обработку и передачу информации по сети. С. Чен, С. Рамакришнан, Ю. Чжуан в своей работе [19] подробно описали технологические установки для реализации таких лабораторных работ. Также в инженерном колледже г. Майсур (Индия) Джагадиш Чандра и Судхакер Самуэль разработали архитектуру удаленного обучения на основе веб-технологий для дистанционного эксперимента по управлению средой биореактора [21].

В Сыктывкарском государственном университете на кафедре методики обучения технологии М. Д. Китайгородским и И. Н. Смольяниновым был разработан лабораторный стенд (рисунок 6) для дистанционного изучения микроконтроллеров [22].



Рисунок 6 – Исследовательская робот-тележка СГУ
для дистанционного изучения микроконтроллеров

На факультете вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М. В Ломоносова Д. Е. Намиотом предлагался курс по IoT для магистерских программ «Открытые ИС» и «ПО вычислительных систем», «Архитектура приложений», «Сетевые стандарты взаимодействия», «Системы хранения данных», «Принципы анализа и обработки данных» [23-24].

В Московском институте электроники и математики им. А. Н. Тихонова Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» начинает реализовываться магистерская программа «Интернет вещей и

киберфизические системы» (профессор-исследователь Л. С. Восков [25]). Программа предназначена для комплексной подготовки специалистов, способных использовать потенциал новых технологий ИоТ, и имеет 3 блока:

1) инженерия в области IoT и киберфизических систем;

2) анализ данных и прикладное ПО в киберфизических системах и интернете вещей;

3) кибербезопасность в IoT.

Обучение реализуется в партнёрстве с российскими компаниями, внедряющими технологии Samsung, IBM, National Instruments, Rightech, InfoWatch, PTC, что позволяет обучающимся ОП ВТПО получать доступ к современным лабораториям, профессиональному оборудованию и к знаниям напрямую от специалистов индустрии.

В Сколковском институте науки и технологий (Сколтех), новом международном исследовательском университете, профессором Н. Бриллиантовым разработана магистерская программа «Информационные науки и технологии (Интернет вещей (IoT), Высокопроизводительные вычисления (HPC))» [26]. Программа необходима специалистам по Индустрии 4.0, что дает теоретическую подготовку и развивает прикладные навыки в сферах высокопроизводительных вычислений, big data и Интернета вещей.

Еще одна магистерская программа с наименованием «Интернет вещей» реализуется в Московском национальном исследовательском университете. В процессе обучения будущие магистранты осваивают умение проектировать киберфизические системы, ориентированные на применение технологий «Интернета вещей»; знание и понимание принципов построения архитектуры smart-систем («Умный дом», «Умный город»); знание и понимание перспективных направлений применения интернета вещей в процессе цифровой трансформации бизнеса. Разработчики программы Д. Волошин, И. Быконя и С. Ляпина организовали обучение таким образом, что студенты совмещают учебные занятия с работой в профессиональной области [28].

В глобальном технологическом институте Zigurat (г. Барселона, Испания) реализуется магистерский курс “Global Smart City Manager” (управление умным городом). Эта программа, (исследователи Рамон Грас Алома и Джереми Берк [29]), применяет к участникам междисциплинарный подход, при этом учитываются новые технологические инструменты в городских условиях. Выпускники программы становятся менеджерами «Умного города», которые будут обеспечивать согласованность всех инициатив и проектов города на основе устойчивого подхода.

В Университете Брэдфорда (г. Брэдфорд, Западный Йоркшир, Англия) представлена уникальная очная магистерская программа “Internet of Things (IoT)”, которая разработана экспертами в этой области, имеющими богатый опыт исследований и разработок в IoT, для решения проблемы нехватки квалифицированных специалистов. Обучающие получают востребованные отрас-

левые знания и опыт для улучшения профессиональных навыков и иметь перспективы трудоустройства, а промышленные партнеры получают программные продукты, которые используются их организациями, и академический опыт [23-24].

Учебные модули ОП ВТПО “Internet of Things” кафедры Информационные системы и технологий Есильского университета (г. Астана) включены в программы бакалавриата. После базового модуля «Информационная и телекоммуникационная инженерия» обучающиеся осваивают специализированные модули: «Введение в Интернет вещей»; «Беспроводные сенсорные сети и RFID»; «Компьютерные коммуникации и сети»; «Аналитика больших данных»; «IoT технологии и приложения».

В 2024–2025 годах был проведен опрос преподавателей и обучающихся нашего университета, результат которого выявил необходимость обновления содержания экономического и технологического образования в соответствии с развитием современных цифровых технологий. Результаты опроса представлены на рисунке 7.



Рисунок 7 - Результаты ответов ППС и обучающихся ЕсУ на утверждение о необходимости обновления содержания ОП с учетом применения современных цифровых технологий

Более 95% обучающихся и 87% преподавателей нашего университета считают, что такое обновление необходимо. Но вместе с тем не все преподаватели готовы к такому обновлению. На рисунке 7 показаны результаты ответов преподавателей на вопрос о готовности обучать современным цифровым технологиям своих обучающихся. Только около 37% преподавателей ответили, что готовы к такому обновлению.

В итоге можно резюмировать, что формой изучения цифровых технологий, конечно, является лабораторный практикум и исследования. Именно при

выполнении практических заданий у будущих специалистов цифровой технологии формируются компетенции, которые необходимы в их будущей профессиональной деятельности.

Исследовательские работы проводятся в течение 15 недель семестра с разделением в 3 части по 5 недель. В период с 1 по 5 недели, обучающиеся изучают алгоритмы подключения к контроллеру Arduino различных датчиков и актуаторов. Вторая часть работ с 6 по 10 недели посвящены сетевым технологиям с удаленным взаимодействием с контроллерами Arduino. В третьей части (11 - 15 недели) обучающиеся выполняют мини-проекты на основе кейс-технологии. Перед ними ставятся практические задачи, решения которых они могли бы использовать в своей будущей профессионально-педагогической деятельности.

Наиболее интересными приложениями Интернета вещей, с точки зрения обучающихся, являются технологии «умного дома». Поэтому кейс-задачи формулируются именно в этой области: «Дистанционное определение температуры помещения»; «Охранная система на основе датчика движения»; «Автоматическое управление шторами при изменении освещенности»; «Дистанционное управление освещением помещений умного дома». Кейс-задачи решаются командами и завершаются защитой результативных проектов.

Таким образом, возможности и достижения Интернета вещей являются наиболее интегрированными цифровыми технологиями. Для их освоения необходимы знания о работе различных датчиков и актуаторов (исполнительных механизмов), программировании контроллеров и владении сетевыми технологиями. В частности, дисциплина «Интернет вещей» может являться обобщающим предметом модуля «Цифровые технологии» при подготовке будущих специалистов цифровых технологий.

Список использованных источников:

1. Тарасов И. В. Технологии Индустрии 4.0: влияние на повышение производительности промышленных компаний // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. – № 2. С. 62–69.

2. Gershenfeld N., Krikorian R., Cohen D. The Internet of Things // Scientific American. – 2004. – Vol. 291. – P. 76–81.

3. Evans D. The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. – www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf.

4 Шваб К. 4-ая промышленная революция. – М.: Эксмо, 2016. – 138 с.

5. Интернет вещей, IoT, M2M мировой рынок. – Интернет_вещей, IoT, M2M. 2018. http://www.tadviser.ru/index.php/.

6. Интернет Вещей на промышленных предприятиях / В. П. Куприяновский, Д. Е. Намиот, В. И. Дрожжинов, Ю. В. Куприяновская // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – № 12. – С. 69–77.

7. Ли Да Сюй, Ву Хе, Сянчан Ли. Интернет вещей в промышленности: обзор ключевых технологий и трендов // IIoT. Приложение к журналу Control Engineering Россия. – 2017. – Апрель. – С. 12–18.

8. Индустрия 4. 0 и автомобильный транспорт / Д. З. Евсеев, М. М. Зайцева, В. В. Косенко, А. А. Котесова, Т. К. Шульга // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 2(49). – URL: http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4919.

9. Вахрушева А. А. Опыт и перспективы применения Интернета вещей в навигации // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2017. – № 2. – С. 25–30.

10. Эволюция интернет-технологий в системе здравоохранения / Г. С. Лебедев, И. А. Шадеркин, И. В. Фомина, А. А. Лисненко, И. В. Рябков, С. В. Качковский, Д. В. Мелаев // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. – 2017. – № 2(4). – С. 63–78.

Кенебаева Д., преподаватель ИСиТ,
Кульмамиров С. А., к.т.н.,
и.о.доцента, академик МАИН,
Есильский университет, Астана

ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Аннотация: Статья является продолжением практического применения способов и элементов цифровой экономики Казахстана с рассмотрением преимуществ киберфизических систем. Речь идет о таких новейших технологиях**,** как системы информационного моделирования (BIM) и Интернет вещей (IoT), входящих в состав реализации интеллектуальных (Smart) систем**.** Такие системы соединяют физические процессы**,** например**,** управления передачи и распределения электроэнергии**,** требующие практической реализации непрерывного управления в режиме реального времени программирующими электронными системами.

Ключевые слова: киберфизические и умные системы**,** цифровая экономика, IoT**.**

Аңдатпа: Бұл мақалада Қазақстанның цифрлық экономикасының әдістері мен элементтерін практикалық қолдану жалғасады, киберфизикалық жүйелердің артықшылықтары қарастырылады. Бұл мақалада интеллектуалды (ақылды) жүйелерді енгізудің бөлігі болып табылатын ақпараттық модельдеуді құру (BIM) және Заттар интернеті (IoT) сияқты озық технологияларға баса назар аударылады. Бұл жүйелер электр энергиясын беру және таратуды басқару сияқты физикалық процестерді байланыстырады, бұл бағдарламаланатын электрондық жүйелерді үздіксіз, нақты уақыт режимінде басқаруды практикалық түрде енгізуді талап етеді.

Кілт сөздер: киберфизикалық жүйелер, сандық экономика, ИЗ.

Abstract: This article continues the practical application of methods and elements of Kazakhstan's digital economy, examining the advantages of cyber-physical systems. This article focuses on cutting-edge technologies such as building information modeling (BIM) and the Internet of Things (IoT), which are part of the implementation of intelligent (smart) systems. These systems connect physical processes, such as power transmission and distribution control, requiring the practical implementation of continuous, real-time control of programmable electronic systems.

Keywords: cyber-physical systems, digital economy, Internet of Things, smart systems.

Первый опыт построения систем цифровой экономики, связанный с технологиями информационного моделирования знаний (Building Information Modeling – BIM), оказался крайне положительным и принес довольно удивительные, с точки зрения старых экономических законов, результаты, когда одновременно удалось достичь сразу положительных параметров в развитии строительной индустрии, например, в Великобритании [1]. Дополнительным результатом стала начавшаяся после этого консолидация исследований и разработок вокруг других разрабатываемых тем. Одной из ключевых тем стало развитие киберфизических систем (CPS).

Суть киберфизических систем в том, что они соединяют физические процессы производства или иные другие процессы (например, управления передачи и распределения электроэнергии). Они требуют практической реализации непрерывного управления в режиме реального времени с учетом программирования элементов электронных систем [2]. В настоящее время это является новой редакцией именования встроенных систем в существующий процесс. На новом витке развития умных технологий с встроенными системами с отдельными компонентами (частные задачи реализации) сейчас перешли к их представлению как самой основы всего процесса, протекаемого в составе реального объекта. Здесь ключевыми становятся проблемы временной синхронизации огромного числа разнообразных электронных устройств с целью достижения экономически оптимальных результатов функционирования. Последние справедливо не только для производств, но и для многих систем, функционирующих в составе умных городов (Smart City), например, энергетики.

Кроме энергетических систем городов, это важно для управления водоснабжением, интеллектуальными транспортными системами, умными домами. Необходимо понимать, что требования синхронной работы киберфизических систем распространяются на весь рассматриваемый комплекс, что диктует требования к системе телекоммуникации (беспроводные сенсорные сети, проводные сети и смешанные системы передачи данных), которая к тому же должна быть двухсторонней для передачи сигналов воздействия на физические объекты. Часть решение в таких системах заранее создается по принципу

встроенности и в узлах такой сети можно обнаружить даже системы управления базами данных (СУБД) или геоинформационные системы (ГИС). Эти системы функционируют как локальные ИС реального времени. Это позволяет устранять «узкие места» в рассматриваемом комплексе. Здесь встраивание применяется и для решения иных задач и информационной безопасности функционирования системы и защиты данных.

Естественно, что сообщения от сотен тысяч (или миллионов) устройств должны быть аккумулированы в центрах обработки данных (ЦОД), отсортированы по важности и приоритету, другим показателям с целью автоматической выдачи реакции на то или иное сообщение или группу сообщений. Часто требуются более широкие знания для оптимизации экономических показателей системы. В силу объемов обрабатываемых данных здесь естественным образом появляются решения, относящиеся к разделу Big Data [3]. Требования к ним ровно такие же, как и ко всем составным частям комплекса – синхронная работа в реальном режиме времени. Именно CPS системы стали причиной бурного роста интереса именно к обработке больших объемов данных в реальном времени, что становится очевидным трендом в направлении развития Big Data [4]. Необходимо отметить, что далеко не все системы цифровой экономики столь критичны к синхронизации и реальному времени.

Например, цифровая медицина в части терапии требует иного подхода к реализации технологии Big Data [5]. В сентябре 2015 года NIST опубликовал проект рамочной на 227 страницах программы для киберфизических систем для публичного обсуждения.

«Киберфизические системы (CPS) – это умные системы, которые включают интерактивные инженерные сети из физических и коммуникационных компонент. CPS и связанные с ним системы (включая интернет вещей IoT и индустриальный интернет) являются общепризнанными инструментами, имеющими огромный потенциал внедрения, создающий пути реализации инновационных приложений, которые оказывают огромное влияние на множество секторов мировой экономики. В числе этих секторов американская организация NIST указывает в первую очередь на промышленность, логистику, энергетику, образование и здравоохранение».

Концепцию CPS приняли ведущие эксперты Европы, Японии, Южной Кореи, Индии, а после подписания в октябре 2024 года соглашения о включении в дорожную карту Германии по Индустрии 4.0 [6] и Китая. Необходимо внимательно проанализировать упомянутые документы и казахстанским реалиям. По разным оценкам, переход на принципы CPS займет от 5 до 7 лет и может привести к удвоению ВВП наиболее передовых стран и их существенному технологическому отрыву, как в объемах производства, так и производимом продукте. Речь идет не только о самоуправляемых автомобилях или других современных темах, но даже традиционный текстиль, с включенными в ткань устройствами IoT, приобретает иные потребительские свойства [7].

Поэтому в статье сводятся факты из разных источников, чтобы проиллюстрировать факт активно внедряется CPS и его стандартизация будет простым признанием состоятельности CPS и, в первую очередь, в экономическом плане развития нашей страны.

Внедрение CPS можно иллюстрировать примерами от производственной практики Казахстана (новые заводы или умная мануфактура – SM), авиационной индустрии и умных городов. Значит в Smart City можно рассмотреть выделения роли CPS и связанных технологий Big Data, IoT, PLM, BIM, GIS.

Одной из ключевых технологий в этом списке является Big Data, и многие эксперты даже считают ее измерением успешности цифровой экономики страны. В тексте томов проектов стандартов NIST по Big Data [8] содержится много полезной информации, обобщающей мировой опыт и работу лидирующих организации по стандартизации.

В частности, выделено использование механизмов Big Data для: розничной торговли, здравоохранения, кибербезопасности, правительства (военные применения и образование), индустрии (в частности, авиации), транспорта (в части логистики), управления инженерными, инфраструктурными и иными проектами, работающими на новых цифровых производствах.

Поскольку к каждому документу, опубликованному NIST, приложен временной график появления стандартов, то можно ожидать появления начальных версий национальных стандартов США в 2026 году как на тему Big Data, так и на тему CPS. Вместе эти стандарты определят многие параметры Интернета вещей. Поскольку эта работа проходит в тесном взаимодействии с международными организациями по стандартизации и в частности ISO, то можно ожидать начала процесса появлений международных версий этих стандартов для обсуждения также в 2027-2030 годы.

Исследования в Европе по стандартизации CPS также интенсивно развиваются как на общеевропейском, так и на национальном уровне. Следует отметить фундаментальные исследования ACATECH – немецкой академии науки и инженерии ACATECH [9]. К несомненным успехам деятельности этой академии стоит отнести как создание концепции Индустрии 4.0, ее развитие и широкое признание на международной арене. К несомненным успехам на этом пути стоит отнести официальное подписание о вхождении Китая в выполнение дорожной карты немецкой Индустрии 4.0, что уже привело к созданию совместных зон реализации по этому направлению или соглашение с Великобританией 2025 года.

Первая книга по CPS выпущена ACATECH (практически все они выпускают как Интернет-издание в форме e-book, что упрощает доступ к этой литературе) в виде принципиальной позиции [10], а чрезвычайно подробный документ по этому вопросу вышел уже в 2025 году [11]. Оба приведенные источники иллюстрируют мысль о неразрывной связи CPS и цифровой экономики подробно и детально. Следует отметить, что публикации ACATECH малоизвестны казахстанским исследователям применения киберфизических систем.

Еще в 2011 году программу индустриального интернета под названием Adance Manufacturing Program начал американский президент Обама. Позже Южная Корея запустила аналогичную правительственную программу, и Германия тоже начала известную программу Industry4.0 с решения правительства, вслед за этими двумя программами.

Дальше Швейцария присоединилась к немецкой Industry 4.0. Китай в октябре 2014 года на уровне правительства присоединился к Германии к их утвержденной в 2014 году дорожной карте по Industry 4.0.

В наше время связь с промышленностью развивается в 3 направлениях:

1) сетевая энергетика. Это традиционный для компании Smart Grid и менее традиционный, но уже присутствующий в британско-китайских стандартах micro-grid;

2) автомобилестроение. Имеется соглашение с китайской компанией Dondfeng . В нем приведены амбициозные планы построения автомобильного интернета (IOV);

3) металлургия. Компанией подписано соглашение с ArcelorMittal о совместных разработках в этом направлении. Хотя это соглашение и с местной частью международной компании, но оно явно дает выход на индийскую часть производственного процесса (развитие умных производств в Индии даже заслужило отдельного отчета IDC, т.е. лучшего в теме ITC).

Общеизвестно, что термин «киберфизические системы» предложила в 2006 году Хелен Джилл. Она работала директором по встроенным и гибридным системам в Национальном научном фонде США (всемирно известный семинар NSF CPS Workshop). Фонд уловил общую тенденцию, а уже через пару лет началось стремительное развитие CPS, и прогресс в этом классе систем был признан одним из наиболее важных направлений технического развития США, а чуть позже и в Европе.

Так как одним из самых важных достижений последнего времени эксперты в области экономики и финансов считают принятие в США закона под названием «Рикавери акт». Он, с одной стороны, позволил финансировать проблемные компании с последующим возвратом кредитов с процентами в казну, а с другой стороны, открыл удивительные возможности финансирования инновационных направлений в экономике.

Позже такого рода законы были приняты в нескольких странах, которые сегодня лидируют в переходе к цифровой экономике. Одна из этих стран – Великобритания. Этот же закон существенно изменил и положение университетов, их исследовательских возможностей и систем обучения. Образовательные институты оказались не только вовлечены в большинство процессов цифровой экономики, но оказались чрезвычайно востребованы при подготовке и реализации правительственных решений. И причина этого в огромном количестве новых специалистов ИТ, затребованных рыночной цифровой экономикой. В 2013 году была утверждена Программа президентского инновацион-

ного партнерства Presidential Innovation Fellows, цель которого состоит в установлении связей между бизнесом и академическим сообществом, - среди 9 приоритетных направлений присутствует и CPS. Это свидетельствует о том, что развитие CPS критически важно с точки зрения национальных интересов, и в первую очередь создания новых цифровых производств с невиданной ранее экономической эффективностью. Речь идет о возможности удвоении ВВП США за короткий период времени порядка 5-7 лет. Цифровые производства в той или иной степени уже функционируют во всем мире.

Компания Arup, основанная в 1946 году Сэром Уве Арупом, является международной компанией в области планирования, проектирования, архитектуры, инженерного дела и бизнес-консалтинга. В настоящее время это одна из крупнейших и наиболее успешных проектных консультационных компаний в мире, насчитывающая более 11 тыс. сотрудников, работающих в 90 отделениях в более чем 40 странах. Arup активно работает в России и имеет постоянное представительство в Москве. За 70 лет своей истории компания Arup работала над более чем 10 тысяч проектами по всему миру, ремонтируя, реконструируя, восстанавливая, реставрируя и придавая новую энергию и ценность зданиям.

ARUP издает большое количество хорошо иллюстрированных электронных книг. Первую книгу с названием «Smart City» она выпустила в 2010 году с подзаголовком «трансформация городов в 21 веке через креативное использование технологий» [17]. Уже в 2015 году вышла книга совместная с Qualcomm (один из мировых лидеров в области связи). Именно этот тип связи правительство и премьер министр Великобритании считают базовой для обеспечения всех потребностей цифровой экономики страны с примечательным названием «Разумные соединения для обеспечения бесшовной городской мобильности» [18].

В изданных трудах имеется целая серия с общим словом в названии «будущее». Среди них – железные и автомобильные дороги, библиотеки, музеи, университетские городки, места жизни и работы людей [19-21]. Для иллюстрации темы CPS можно также посмотреть книгу [22], потому что она характерна большим количеством примеров уже построенных зданий для производств цифровой экономики с той или иной степенью реализации подходов CPS. Например, это завод BMW в Южной Каролине в США, производства Volkswagen, Siemens, Boing. Исследовательские корпуса по «умной промышленности» университетов тоже среди реализованных проектов. ARUP – успешная коммерческая компания и, следовательно, на все эти разработки уже есть увеличивающийся спрос.

Есть и вторая сторона этого явления: никакие структурные «умные» решения просто невозможны без проектных и строительных преобразований. А так иногда трудно поверить, что это работы проектной строительной компании.

Еще одним подтверждением давно идущего процесса реализации принципов CPS и SM являются каталоги многих компаний, производящих сенсоры для промышленности. Из их множества можно отметить немецкую компанию Sick. Причиной было то, что они уже в 2012 году сгруппировали каталоги в книги, из которых можно отметить две: «Эффективные решения для автомобильной промышленности, включая организацию снабжения комплектующими» и «Эффективные решения для производства шин». Эти две книги предлагают комплектацию целиком и полностью для управления в терминах CPS и SF заводами в части исходных умных сенсоров [23, 24].

Сейчас было бы ошибочно считать нынешнюю эпоху только информационной. Как информационная, эта эпоха растянулась лет на 60–70. Ей предшествовала индустриальная эпоха, начавшаяся с промышленной революции в Англии в конце XVIII века, но как бы ни было велико значение ИТ, эти технологии сами по себе не производят разнообразных материальных сервисов в среде обитания человека. Произошли и происходят инновационные изменения в химических технологиях, материалах, нано-технологиях и других направлениях инноваций, изменяющих саму суть производственного процесса и, что не менее важно, в процедурах последующего использования полученных продуктов.

Сейчас США и Европа накопили достаточный инновационный потенциал, чтобы возвратить себе производственное лидерство, начав процесс, обратный аутсорсингу, но на качественно ином уровне. Значит CPS позволят решить обсуждаемую задачу.

Однако область действия CPS гораздо является шире, эти системы позволяют стать технологическим элементом качественно новых частей цифровой экономики - здравоохранения, транспорта, энергетики, умных городов. По оценкам многих экспертов именно системы, построенные на базе CPS, уже стали основой цифровой экономики, и будут выступать ее локомотивом. При этом важно подчеркнуть эволюцию внедрения новых экономических бизнес-процессов, несмотря на уже фантастическую скорость изменений современных процессов.

Здесь предшественниками CPS можно считать встроенные системы реального времени, распределенные вычислительные системы, автоматизированные системы управления технологическими процессами в реальных объектах.

Дополненные беспроводными сенсорной телекоммуникацией, способной работать в промышленной среде, сенсорами, ставшими объектами Интернета вещей, моделями данных, а также бизнес- и производственных процессов, CPS стали системами, состоящими из различных природных объектов, искусственных подсистем и управляющих контроллеров, позволяющих представить такое образование как единое целое.

В CPS обеспечивается тесная связь и фактическая слаженная работа по вариативным сценариям между вычислительными и физическими ресурсами.

Область действия CPS распространяется на робототехнику, транспорт, энергетику, управление промышленными процессами и крупными инфраструктурами.

Создание новых поколений систем CPS в перспективе приведет к гораздо большим изменениям, чем появление интернета. Киберфизические системы интегрируют в себе кибернетическое начало, компьютерные аппаратные и программные технологии, качественно новые исполнительные механизмы, встроенные в окружающую их среду и способные воспринимать ее изменения, реагировать на них, самообучаться и адаптироваться.

Ключевым в CPS является модель, используемая в системах управления, - от того, как она соотносится с реальностью, зависит работоспособность используемой киберфизической системы. Реальность мира так же реализуется в виде моделей и данных ее наполняющих. Уже сегодня это не просто трехмерная картина зданий и сооружений и земной или подводной поверхности – это многомерное представление, доходящее до десятков измерений.

Для создания систем, способных работать в реальном мире, нужна новая дисциплина - «инженерия моделей» (model engineering). Необходимо понять и новую идеологию жизненного цикла производства и его продуктов известную как PLM. И тут строительная информационная модель (BIM) объединяется с производственной информационной моделью (PLM), образуя совершенно новое качество, которое и отразил в своих книгах ARUP.

Меняется и само понятие встроенности, как в самом производстве, так и в финальном продукте. Приведем только 2 примера. Под встроенностью в производственные узлы понимается, например, встроенность программного обеспечения в электронику, а сами готовые продукты могут быть симбиозом текстиля и сенсоров (smart textile). Область приложения CPS естественным образом разбивается на следующие основные сегменты: умные производство, сети и услуги, здания и инфраструктуры, логистика и здравоохранение, в итоге - умные города.

Главным составляющим умного производства (Smart Manufacturing, SM) будет управляющий им производственный интеллект (Manufacturing Intelligence, MI). Еще совсем недавно под MI понимали только программное обеспечение, превращающее данные в знания, необходимые для менеджмента, а сейчас MI видится шире - как совокупность всех возможных средств автоматизации управления (отчетных и аналитических инструментов, разного рода пультов управления автоматизированных технологий) в сочетании с робототехникой, аддитивными и другими современными технологиями.

Например, по американским представлениям и 3D принтеры и дроны – часть Интернета вещей и уж точно становится предметом CPS. Но самое главное, как вообще во всей цифровой экономике, это возможности работы с информацией обобщенно называемые Big Data.

Умное производство (Smart Factory - SF) состоит из модульных блоков, объединенных общим управлением и временем. На самом деле, самое существенное - это общая информация, которую сегодня называют энергией, электричеством, нефтью 21 века. Именно многократное и совместное использование информации, ее прямое участие в наполнении знанием и достоверными данными с их аналитической и иной обработкой и есть основание цифровой экономики. Такие системы во многом самоуправляемы - они могут оценивать состояние окружающей среды, обнаруживать и исправлять ошибки - например, реагировать на износ оборудования.

Статистика показывает, что только переход от плановых ремонтов к ремонтам по состоянию дает 40% сокращение ремонтных затрат. SF позволяет оптимизировать все производство, прежде всего за счет создания единой системы, в которой машины могут обмениваться данными между собой в режиме реального времени. Это включает обмен между оборудованием, расположенным непосредственно на производственных площадях и в логистической цепочке, включая бизнес-системы, поставщиков и потребителей; передача сведений о своем состоянии обслуживающему персоналу, что позволяет еще значительнее сократить расходы. При этом производственное оборудование, получая сведения об изменившихся требованиях, может само вносить корректировки в технологический процесс. Эта адаптивность производства в реальном масштабе времени так же основана и на технологиях Big Data, которые не только должны содержать данные необходимые для такой адаптации, но также должны быть системами реального времени. Изменяется и роль соблюдения правил и стандартов в этих направлениях. Они фактически начинают играть роль описаний конечного автомата, действуя по правилу “если - то”. Появляются и возможности считать KPI в реальном времени реализации SF, значит согласуется с общими тенденциями нынешнего века, которые можно наблюдать в промышленности. Выживут те производства, которые способны гибко реагировать на рыночные изменения или реализовать массовое производство по индивидуальным заказам при цене массовых изделий, ибо именно конкретный потребитель и стоит в центре цифровой экономики.

Большим подспорьем к этому является аддитивное производство (Additive Manufacturing), которое развивает идеи 3D-печати для выпуска готовых изделий. С одной стороны, оно лучше соответствует требованиям массовой кастомизации, чем существующие технологии, а с другой - его можно полностью автоматизировать и связать в единый процесс проектирования и производства, получив прямое производство (Direct Manufacturing), являющееся частью SF. Последнее позволяет разносить разработку изделий и производство фактически между континентами.

В строительных задачах, после создания BIM среды или информационного моделирования, такая ситуация станет штатной. Это изменяет и привычные представления об отношениях проектирования и производства. Они по-

степенно в ряде случаев разделяются друг от друга, выстраивая рыночные отношения по поиску наиболее выгодного для производства проекта или наиболее выгодного для проектирования производства. Последнее не только быстрее выводит новые товары на рынок, но и существенно влияет как на снижение цен на продукты, так и на повышение прибыльности, иллюстрирую высказанный ранее тезис о достижении одновременно многих целевых экономических показателей, что было невозможно в условиях парадигмы индустриальной эпохи [10].

Поэтому в наше время востребованным стала неизбежность цифровых преобразований практически во всех сферах жизни и экономики. Терминологически это звучит как «цифровое преобразование»: процессы реального времени, визуализация, бизнес-процессы, управляемые данными, IoT, CPS, Big Data, Wireless. Но это является инструментальным набором для того, чтобы достигнуть какой-то цели. И здесь основная позиция – это роль экономики страны. На примере авиационной отрасли сколько можно выиграть в случае сокращения расходов топлива в авиации на 1% или как эффективно работать с электронными билетами [11], сильно похож на объявление своих позиций для клиентов и на обложку станут печатать INTERNET OF THIGS.

Далее первым подзаголовком станет - "Готовимся к цифровому шторму". Например, сегодня GE мониторит 50 млн. элементов данных с 10 млн. сенсоров или 1 трл. единиц информации в день без временных задержек в реальном времени. В таком мониторинге приводятся данные о том, что дает экономия 1% от затрат по отраслям в год и первая позиция в таблице авиакомпании – это 2-3 млрд. дол. (это стиль цифровой экономики приводить данные о финансово-экономических выгодах того или иного технического решения).

Все такие продаваемые услуги GE делает в союзе с EMC (американский производитель технических средств хранения больших объемов данных) и Amdocs (израильско-американский производитель ПО для биллинга товаров и услуг). Замыкает эту боевую декларацию описание аналитических математических шестеренок, которыми собственно и высчитываются все эти проценты экономии.

Например, бизнес авиационных компаний - это перевозки грузов и пассажиров. Они еще владеют базовыми аэропортами, у которых до 2-х десятков видов бизнеса, связанных с обслуживанием самолетов тех авиакомпаний, которые к ним прилетают. Этот считается большим доходом работы авиакомпании. К примеру, у Люфтганзы - это аэропорт Франкфурта (40% потребления авиатоплива Германии). Приведем материалы от компании Artur D Little [12] о цифровых аэропортах. В нем показано, что сегодня уже актуально 4 поколение цифровых аэропортов. Далее не менее скучные экономические показатели - сколько в процентах выигрывают владельцы аэропортов от внедрения тех или иных элементов цифровых технологий и в чем роль аналитики и больших данных (APEX и CAPEX).

Список использованных источников:

1. Добрынин А. П. Цифровая экономика – различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA и другие) // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 1. – С. 4-11.
2. Wolf W. Cyber-physical systems // Computer. – 2009. – №. 3. – С. 88-89.
3. Lee J. et al. Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment //Manufacturing Letters. – 2013. – Т. 1. – №. 1. – С. 38-41.
4. Namiot D. On Big Data Stream Processing //International Journal of Open Information Technologies. – 2015. – Т. 3. – №. 8. – С. 48-51.
5. CPS PWG Draft Framework for Cyber-Physical Systems Release 0.8 September 2015.
6. Heng S. Industry 4.0: Upgrading of Germany's Industrial Capabilities on the Horizon //Available at SSRN 2656608. – 2014.
7. Hu J. et al. A review of stimuli-responsive polymers for smart textile applications //Smart Materials and Structures. – 2012. – Т. 21. – №. 5. – С. 053001.
8. DRAFT NIST Big Data Interoperability Framework: Volume 4 April 2015.
9. https://en.wikipedia.org/wiki/German_Academy_of_Science_and_Engineering.
10. Cyber-Phisical System. Driving force for innovation in mobility, healthy, energy and production. ACATECH 2011.
11. Living in networked world. Integrate research agenda Cyber-Physical Systems (agenda CPS). ACATECH 2015.
12. German Indian Partnership for IT Systems. ACATECH, 2014.

Кенебаева Д. Б., преподаватель, кафедры ИСиТ,
Мысжанов З., преподаватель кафедры ИСиТ,
Кульмамиров С. А., и.о.доцента,
к.т.н., академик МАИН,
Есильский университет, Астана.

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ДИСЦИПЛИН ОП ВТПО

Аннотация: В учреждении «Есильский университет» дистанционное обучение определено как комплекс образовательных услуг, который предоставляется широким прослойкам населения РК и за рубежом с помощью образовательного Портала университета. Такая образовательная технология требует наличия учебных лабораторий по созданию виртуальных цифровых приборов с применением новейших ИТ и ИКТ, которые обеспечивают вести об-

разовательные услуги по образовательным программам (ОП) инженерно-технических специальностей кафедры ИСиТ для обмена учебными ресурсами на расстоянии (в дистанционном режиме). В статье рассматриваются имеющиеся проблемы в обслуживании образовательного Портала.

Ключевые слова: виртуальный прибор, дистанционное обучение, образовательные услуги, Портал, учебная лаборатория, исследование, образовательная программа.

Аңдатпа: Есіл университеті қашықтықтан оқытуды адамзаттың көпшілігіне университеттің білім беру Порталы арқылы көрсетілетін білім беру қызметтерінің жиынтығы ретінде анықтайды. Бұл білім беру технологиясы ең жаңа IT және АКТ технологияларын пайдалана отырып, виртуалды сандық құрылғыларды жасауға керекті оқу зертханаларын қажет етеді, бұл АЖжТ кафедрасының инженерлік және техникалық мамандықтары бойынша білім беру қызметтерін көрсетуді жеңілдетеді және қашықтықтан білім беру ресурстарымен алмасуды жеңілдетеді. Бұл мақалада білім беру порталын жүргізудегі мәселелер қарастырылды.

Кілт сөздер: виртуалды құрылғы, қашықтықтан оқыту, білім беру қызметтері, портал, білім беру зертханасы, зерттеу, білім беру бағдарламасы.

Abstract: Esil University defines distance learning as a set of educational services provided to a broad segment of the population of the Republic of Kazakhstan and abroad through the university's educational portal. This educational technology requires educational laboratories for the creation of virtual digital devices using the latest IT and ICT technologies, which facilitate the delivery of educational services for the engineering and technical specialties of the ISIT Department and facilitate the exchange of educational resources remotely. This article examines existing issues in maintaining the educational portal.

Keywords: virtual device, distance learning, educational services, portal, educational laboratory, research, educational program.

Очевидно, что потребности современного потребителя образовательных услуг значительно изменились. Общество требует уважения к статусу обучающегося университета. Они все больше заняты в своей работе в виде индивидуального предпринимателя (ИП). Поэтому график их обучения должен быть гибким, а нагрузка - меньшей. Преподавателю отведена роль руководителя в обучении и планировании карьеры обучающегося. Обучение становится прозрачным, личностно ориентированным процессом.

Парадигма виртуального учебного заведения базируется на радикальной переоценке эффективности традиционных средств обучения. Наименее эффективными признаны лекции и семинары, наиболее эффективными – дистанционное использование достижений ИКТ (виртуальный доступ к учебным и исследовательским лабораториям университета), где обучающийся может осуществлять проверку собственных знаний и уровня знаний других студентов.

Виртуальный среда, созданная в Есильском университете как «Цифровая аллея», используется эффективными средствами обучения благодаря достижением ИКТ, ИС, ИИ, инклюзивного образования, программируемых цифровых платформ. Такой подход создает новую университетскую инфраструктуру, приближая образовательные услуги к потребителю.

Как известно, университеты верхнего уровня аккредитации предоставляют образовательные услуги, которые носят практический характер. Все приобретенные знания, обучающиеся закрепляют во время прохождения практики на промышленных предприятиях и организациях в отраслях экономики. Безусловно, это является большим преимуществом нашего образовательного учреждения. Учитывая это, актуальным видится поиск средств формирования практических умений и привычек обучающихся, на качественно новом уровне.

Несмотря на определенное количество проведенных исследований разных аспектов использования виртуальных средств обучения, остаются мало изученными вопросы, которые касаются практического использования такого рода приборов во время изучения специальных дисциплин в колледжах технического профиля. Это и обусловило заинтересованность именно этим направлением использования виртуальных приборов у нас в университете.

Кафедра ИСиТ Есильского университета предлагает ряд дистанционных курсов по дисциплинам: «Вычислительная и микропроцессорная техника», «Микропроцессорные системы», «Микропроцессоры и их программирование», «Программирование контроллеров», которые сейчас с успехом используются при проведении образовательных услуг по ОП «ВТПО», «ИТЗД», «ИС» нашей кафедры. На данное время имеются виртуальные стенды базе контроллеров Atmel ATmega 8535, Ардуино и др.

Виртуальный исследовательский стенд является программируемая модель в программных средах. Передняя панель стендов могут представляться в таком виде, как показана на рисунке 1.

На переднюю панель вынесены элементы управления и индикации стенда. Принципиальная схема такого стенда показана на рисунке 5.

Основным управляющим-элементом является контроллер фирмы Atmel ATMEGA8535. К нему подключаются следующие устройства:

1) 4-разрядный 7-сегментный индикатор с последовательным интерфейсом для загрузки данных.

2) 4 тумблера с фиксацией, задающие логические уровни на входах контроллера PA1-PA4.

3) Матричная клавиатура размером 4x4 кнопки.

4) 2 индикатора состояния портов, которые представляют собой набор из 8 светодиодов, отображающих логический уровень на соответствующем выводе контроллера. Каждый индикатор может подключаться к одному из портов контроллера. При этом подключением управляет сам контроллер.

5) 2 сопротивления: R1 - для задания напряжения на не инвертирующем входе компаратора, R2 - для изменения напряжения на входе АЦП.

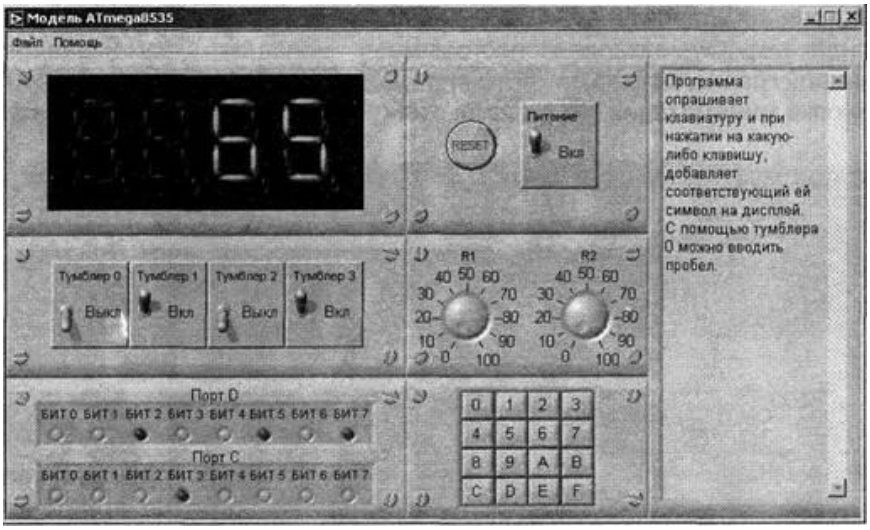


Рисунок 1 - Общий вид передней панели виртуального исследовательского стенда

На рисунке 2 показано расположение на передней панели подключаемых к микроконтроллеру модулей и вспомогательных элементов:

1) 4- разрядный 7-сегментный индикатор;

2) тумблеры с фиксацией для переключения режимов в программе;

3) панель индикаторов состояния портов. Название порта изменяется при нужных комбинациях логических уровней на их вход (схема на рис. 5);

4) блок управления питанием и сбросом. При отключении питания в контроллере очищаются все регистры и SRAM. Если же нажать кнопку сброса (RESET), то выполняется только инициализация контроллера, а память SRAM не изменяет состояния;

5) 2 резистора: R1 - для задания напряжения на не инвертирующем входе компаратора, R2 - для задания напряжения на входе АЦП (см. рисунок 5);

6) матричная клавиатура;

7) индикатор комментариев к программе;

8) панель главного меню;

9) кнопки минимизации «_» и закрытия «×» программы.

Для выполнения исследовательских работ преподавателем выдается задание на обучающегося для написания и отладки программы на стенде.

Программа пишется в среде AVR Studio (или на платформе Ардуино). Для загрузки программы в стенд необходим скомпилировать программу в файл (файл формата Generic).

По умолчанию AVR Studio создает файл с расширением.hex. Для того, чтобы создавался файл, необходим выбрать команду меню Project > AVR Assembler setup. В появившемся окне в списке HEX Output format необходимо выбрать значение Generic.

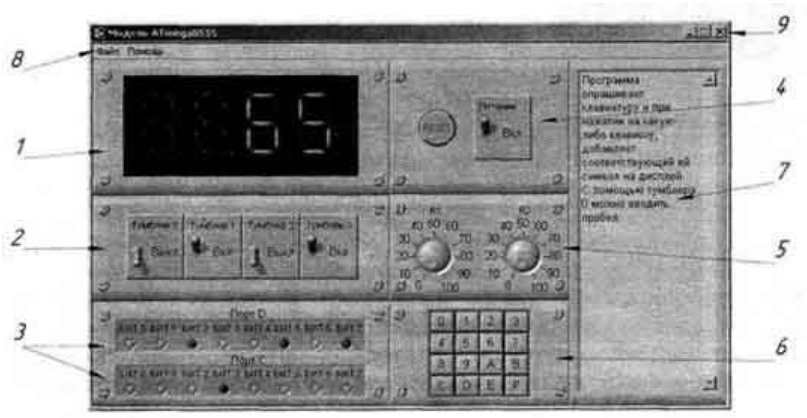


Рисунок 2 - Расположение элементов управления и индикации на стенде

Для того, чтобы на передней панели стенда отображался комментарий в программе, необходимо в одной папке с загружаемым файлом.gen создать файл с тем же именем (только с расширением .com). Такой файл автоматически загружается как текстовый файл. В этот файл необходимо записать комментарии к программе. Например, если файл с компилированным кодом называется «programma.gen», то в этой же папке должен находится текстовый файл с комментариями с именем «programma.com».

Для загрузки программы в стенд необходимо выбрать команду главного меню «Файл > Загрузить GEN» (рисунок 3).

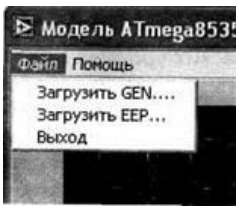


Рисунок 3 - Меню загрузки файлов

В появившемся файловом диалоге необходимо выбрать загружаемый файл.gen и нажать кнопку «Открыть». После этого появится окно процесса загрузки команд в контроллер (рисунок 4).

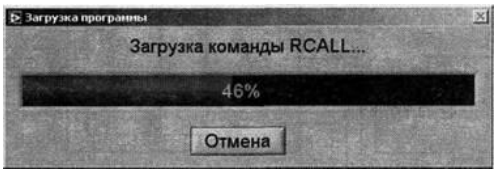


Рисунок 4 - Окно загрузки программы

После загрузки программы она сразу запускается в исполнение. При выходе из программы-стенда загруженная программа в контроллере, а также положение выключателей на стенде сохраняется. Сохраняется также и память EEPROM.

Таким образом закрытие программы исследовательской работы равносильно выключению питания стенда.

Если программа управления контроллером использует память EEPROM, то необходим записать в нее начальные значения. При компиляции программ AVR Studio создает файлы с начальным состоянием памяти EEPROM. Эти файлы имеют расширение «.eep». Для их загрузки используется команда меню «Файл > Загрузить EEP» (рисунок. 3). Теперь контроллер ATMEGA8535 имеет лишь 512 байт памяти EEPROM, поэтому если файл.eep будет содержать большее количество байт для записи, то лишняя информация будет игнорирована.

Виртуальный контроллер, разумеется, имеет некоторые ограничения и отличия от реального, что обусловлено ограничениями модели. Основными отличиями от реального контроллера является отсутствие обработчика прерываний и небольшая тактовая частота.

В виртуальном контроллере не реализован аппарат вызова и обработки прерывания. Поэтому, если программа будет использовать прерывания, она может работать неверно.

В связи с большими затратами системных ресурсов компьютера программа виртуального стенда работает на частоте, приблизительно равной тактовой частоте 1 Кгц реального микроконтроллера. Кроме того, на медленных компьютерах эта частота может быть меньше.

Важным этапом учебного процесса является эксперимент, который стимулирует познавательную деятельность и творческий подход для получения знаний. Однако при дистанционном обучении подобная активизация творческой деятельности ограничена.

Одним из путей решения данной проблемы может иметь возможность реализации активного дистанционного запуска виртуального контроллера в единой информационно-коммуникативной учебной среде. Другим фактором, который обуславливает актуальность проблемы дистанционного эксперимента, есть ограниченная возможность доступа обучающихся к наиболее интересным и уникальным приборам, техническим объектам, научным и технологическим экспериментам, которые представляют наибольший интерес и стимулируют обучающегося получения знаний [4, с.32].

Основной особенностью, которая отличает физический эксперимент от других способов получения знаний, есть процесс получения и обработки экспериментальных данных - количественных характеристик реальных физических величин, которые определяют поведение исследуемого объекта, процесс или явление, которые подтверждают или опровергают сформулированные целевые функции проведения эксперимента.

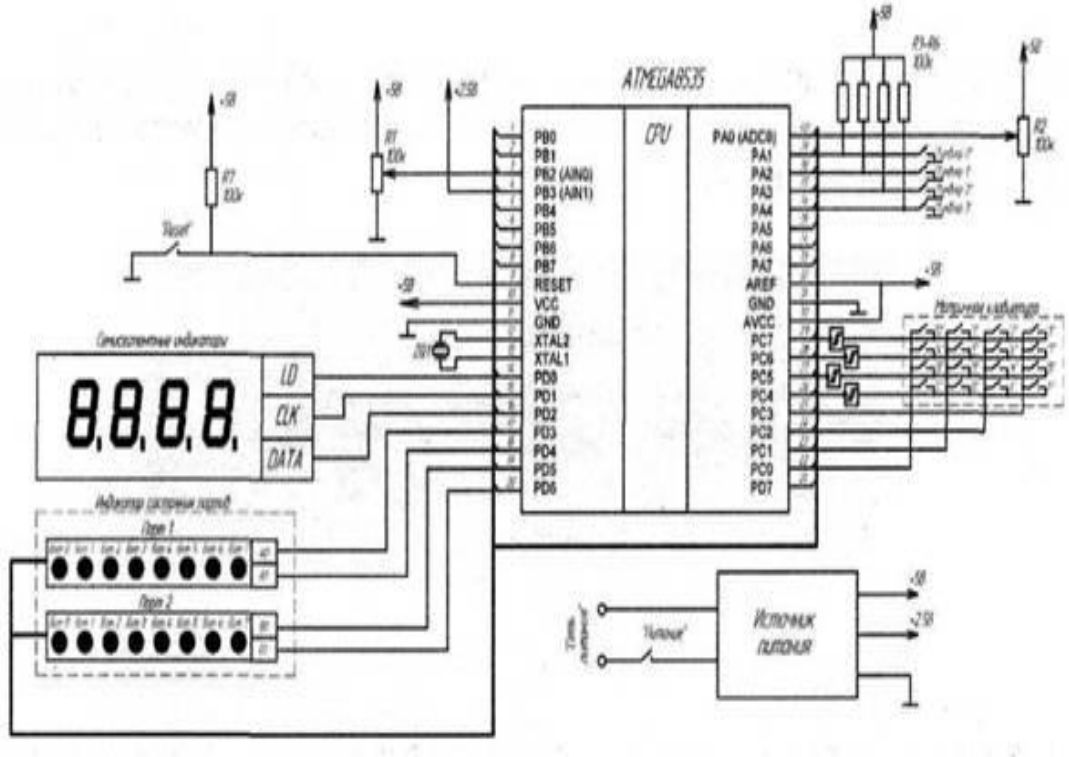


Рисунок 5 - Принципиальная схема стенда

В условиях дистанционного обучения традиционные формы практикума дополняются виртуальной лабораторией, которая использует технологию имитационного математического моделирования физического эксперимента с применением аппаратно-программных средств визуализации, компьютерной графики и анимации для достижения эффективного интерактивного взаимодействия пользователя со средой моделирования.

Составной частью виртуальной лаборатории является понятие «виртуальный инструмент». Это набор аппаратных и программных средств, которые совместно с компьютером дают возможность обучающимся выполнять исследовательские работы.

Одна из главных частей виртуального инструмента - это эффективное использование графического интерфейса пользователя. Программный инструментарий с разветвленной системой графического меню в виде наглядных графических образов, который обеспечивает интерактивный режим работы пользователя с компьютером. Работая с виртуальным инструментом через графический интерфейс, обучающийся видит на экране обычную переднюю панель прибора, которая максимально похожая к действующим приборам. С помощью манипулятора можно имитировать действие на органы управления виртуальных приборов - кнопки, переключатели, регуляторы. Большая библиотека виртуальных приборов имитирует действие любого нужного измерительного прибора, максимально приспособленных для решения конкретной задачи. Передняя панель или система панелей разрешает оптимально планиро-

вать проведение эксперимента. Ограничение в выборе функциональных возможностей виртуальной лаборатории есть лишь характеристики компьютера, существующая библиотека математических функций и фантазия пользователя как разработчика.

Таким образом, учебная виртуальная лаборатория - это законченный программный продукт, характерной особенностью которого являются использование современных концепций проектирования больших программных систем (БИС-микросхемы) [3, с. 467].

В общем случае виртуальная лаборатория представляет собой некоторую информационную среду, которая позволяет проводить эксперименты без непосредственного взаимодействия над объектом исследования. При этом эксперименты могут проводиться как с математическими моделями, так и с использованием отдаленного доступа к объекту.

Опишем алгоритм функционирования отдаленного эксперимента:

Шаг 1. Обучающийся устанавливает соединение с сервером стенда и передает серверу начальные данные для проведения эксперимента. Со временем под управлением серверного ПО выполняется эксперимент, и пользователь получает результаты в виде графиков, таблиц, диаграмм [1, с.45].

Шаг 2. Важной составляющей подготовки современного специалиста в университете технического профиля есть широкое применение виртуальных компьютерных систем, предназначенных для автоматизации своей профессиональной деятельности.

Таким образом, можно сделать следующие выводы данной статьи:

1) Виртуализация исследовательских работ профессионального характера создает предпосылки для более глубокого познания свойств исследуемых объектов и процессов на математических моделях и позволяет проведение параметрических исследований и оптимизации. [1, с.69].

2) Осмысленное применение систем виртуальных лабораторий требует довольно высокой квалификации от пользователя. Нередко обучающиеся успешно овладевают лишь аппаратными и программными компонентами автоматизированных систем.

3) Профессиональная же квалификация в предметной области, связанная с вопросами построения математических моделей и анализа компьютерных расчетов. Эта квалификация возрастает медленно или совсем будет отсутствовать. Обучающиеся на практических занятиях не получают в полном объеме даже тех знаний, которые им давало традиционное лекционное обучение.

4) Относительная легкость получения результата с применением виртуальных приборов снижает любопытство к самому результату. Так, целенаправленный поиск путем нескольких попыток оптимального или рационального решения в проектных задачах намного интереснее и поучительнее для будущего специалиста, чем получение только одного виртуального проекта, который нельзя улучшить и не с чем сравнить.

5) Характер использования виртуальных лабораторий в профессиональной подготовке будущих специалистов по вычислительной технике (специальности ВТПО) требует от преподавателя активно работать над усовершенствованием методики применения в учебном процессе виртуальных приборов, а также рациональным использованием с другими средствами поддержки обучения.

Итак, виртуальную лабораторию можно рассматривать как аппаратно-программный инструментарий, который используется в качестве объектно-ориентированной информационной среды для эффективного интерактивного взаимодействия обучающегося со средой моделирования. Это разрешает пользователям, которые могут находиться на значительном расстоянии от объекта, в интерактивном режиме исследовать разнообразные виртуальные приборы и физические установки.

Обобщая выше сказанное можно с уверенностью утверждать, что важным преимуществом виртуальной лаборатории есть возможность наглядной имитации реального физического эксперимента, путем использования полученных прежде реальных экспериментальных данных, которые сохраняются в соответствующих файлах данных.

Широкое использование виртуальных компьютерных технологий в учебном процессе является современной мировой тенденцией в технических университетах. Создание виртуальных приборов распространяет эту тенденцию и на семинарский практикум. Особенно актуально это для будущих специалистов по вычислительной технике и программным приложениям, где исследовательские работы занимают до 40% времени от общей продолжительности аудиторных занятий.

Создание исследовательского практикума, который опирается на виртуальные измерительные приборы, среда визуального программирования, результаты схемотехнического моделирование, фиксация практикума в электронном виде, допускает создание электронного образовательного ресурса (ЭОР). Таким образом, использование LabVIEW-технологий позволило значительно сократить время на разработку виртуальных приборов, вывести учебный процесс на качественно новый уровень. В данное время в нашем университете проводится работа над увеличением количества виртуальных приборов и их дальнейшее использование в дистанционных курсах в процессе подготовке будущих специалистов по вычислительной техники и программным обеспечениям.

Список использованных источников:

1. Батоврин В. К., Бессонов А. С., Мошкин В. В. LabVIEW: практикум по электронике и микропроцессорной технике: Учебное пособие для Вузов. - М.: ДМК Пресс, 2005. – 182 с.

2. Гуревич Р. С, Кадемия М. Ю. ИКТ в учебном процессе и научных исследованиях: уч. пос. для студ. ВУЗов и слушателей институтов последипломного образования. - Винница: ООО "Планер", 2005. – 366 с.

3. Образцов П. И. Дидактические аспекты эффективного применения компьютерных средств обучения в ВУЗе. Сб. научн. трудов ученых Орловской области. Выпуск №2 - Орел: ОрелГТУ, 2016. - С. 468 - 475.

4. Петрович С. Д., Левицкий С. М. Моделирование в системе MatLab. Учебное пособие. - Винница.: ОЮАЮР, 2025. - 144с.

5. Петрович С. Д., Петрович Я. М. Построение графиков функций в системе МАТЛАБ. // Компьютер в школе и семье. - 2016. - №6 (54). - С. 18-20.

Сатиева А. Ю., студентка 1 курса,
Научный руководитель: **Шуйтенов Г. Ж.**,
к.п.н., доцент кафедры ИСиТ,
Учреждение «Esil University», г. Астана

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АССИСТЕНТ НА БАЗЕ LLM ДЛЯ АДАПТАЦИИ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы разработки интеллектуального ассистента на базе LLM, ориентированного на адаптацию сложных учебных текстов и автоматическую генерацию тестовых заданий для самопроверки студентов. Автор предлагает технические подходы к автоматизации процессов упрощения текста и оценки знаний с использованием Python и ChatGPT. Теоретической основой работы выступает теория когнитивной нагрузки.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, LLM, адаптация текста, генерация тестов, Python, Telegram бот, ChatGPT, когнитивная нагрузка.

Аңдатпа: Бұл мақалада күрделі оқу мәтіндерін бейімдеуге және студенттердің өзін-өзі тексеруіне арналған тест тапсырмаларын автоматты түрде құрастыруға бағытталған LLM негізіндегі зияткерлік ассистентті әзірлеу мәселелері қарастырылады. Автор Python және ChatGPT қолдану арқылы мәтінді жеңілдету және білімді бағалау процестерін автоматтандырудың техникалық тәсілдерін ұсынады. Жұмыстың теориялық негізі ретінде когнитивті жүктеме теориясы алынған.

Кілт сөздер: Жасанды интеллект, LLM, мәтінді бейімдеу, тест генерациясы, Python, Telegram бот, ChatGPT, когнитивті жүктеме.

Abstract

This article discusses the development of an LLM-based intelligent assistant focused on adapting complex educational texts and automatically generating test items for student self-assessment. The author proposes technical approaches to automating text simplification and knowledge assessment processes using Python and the ChatGPT. The theoretical basis of the work is Cognitive Load Theory.

Keywords: Artificial intelligence, LLM, text adaptation, test generation, Python, Telegram bot, ChatGPT, cognitive load.

В современной образовательной среде Казахстана наблюдается резкий рост использования технологий искусственного интеллекта (ИИ) студентами. По данным за 2024 год, следы генерации текста были обнаружены в 8 тысячах академических работ в 67 вузах страны [1].

Однако потенциал ИИ заключается не в замене интеллектуального труда, а в поддержке процесса обучения через персонализацию. Касым-Жомарт Токаев в сентябре 2024 года определил внедрение ИИ как приоритетную задачу [2].

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью переосмысления роли ИИ в образовательном процессе: от инструмента неконтролируемой генерации контента - к интеллектуальному ассистенту, способствующему осознанному обучению, развитию академических навыков и индивидуализации образовательных траекторий. В условиях массового внедрения цифровых технологий возрастает потребность в системах, которые не подменяют учебную деятельность обучающегося, а адаптируют учебные материалы с учётом уровня подготовки, целей обучения и когнитивных особенностей пользователя [3].

Для студентов первого курса актуальной проблемой является высокая когнитивная нагрузка при изучении профильных дисциплин. Сложный научный язык учебников часто становится препятствием для глубокого понимания материала. Целью данной работы является разработка интеллектуального ассистента на базе больших языковых моделей (LLM), предназначенного для адаптации учебных материалов под индивидуальные потребности обучающихся. В рамках исследования предполагается изучение возможностей применения LLM для персонализации учебного контента, повышения доступности образовательных ресурсов и поддержки самостоятельной учебной деятельности студентов.

Теоретическим фундаментом проекта является теория когнитивной нагрузки (CLT), разработанная Джоном Свеллером. Согласно CLT, рабочая память человека ограничена, и обучение эффективно только тогда, когда минимизируется посторонняя (extraneous) нагрузка, вызванная сложным изложением. Использование LLM позволяет снизить внутреннюю (intrinsic) сложность материала через перефразирование и упрощение синтаксических структур [4].

Методически процесс адаптации текста в ассистенте строится на многоэтапном подходе:

1. Выделение ключевых терминов и концепций из исходного текста.
2. Реструктуризация информации (упрощение лексики и синтаксиса).

3. Генерация проверочных вопросов для перевода знаний из кратковременной в долговременную память (формирование германовской нагрузки).

Ассистент реализован на языке программирования Python с использованием библиотеки aiogram (или telebot) для взаимодействия с Telegram Bot API. В качестве интеллектуального ядра используется API ChatGPT (модель GPT-5-nano), доступ к которому в образовательном секторе РК расширяется благодаря программе OpenAI Edu [5].

Сформулирована следующая логика обработки запросов:

- Интерфейс. Студент отправляет фрагмент лекции или учебный файл (PDF/DOCX), который обрабатывается библиотеками PyPDF2 и python-docx;
- Адаптация. Используется системный промпт, задающий модели роль «персонального наставника». Модель инструктируется использовать аналогии и избегать избыточной терминологии;
- Генерация тестов. На основе адаптированного текста API формирует задания различных типов (множественный выбор, краткий ответ). Автоматизация создания тестов значительно экономит время студента на подготовку к рубежному контролю [6].

Проектирование интеллектуального ассистента базируется на клиент-серверной архитектуре, где в качестве пользовательского интерфейса выступает мессенджер Telegram, а вся вычислительная и логическая нагрузка перенесена на серверную часть, реализованную на языке Python. Выбор Telegram в качестве фронтенд-платформы обусловлен его кроссплатформенностью и высокой популярностью в студенческой среде Казахстана, что позволяет интегрировать инструмент в повседневный учебный процесс без необходимости установки специфического программного обеспечения.

Архитектура разрабатываемой системы логически разделена на три ключевых модуля, обеспечивающих бесшовную обработку информации:

1. Модуль пользовательского интерфейса: отвечает за прием входящих запросов (текстовых сообщений и файлов) и вывод обработанных данных пользователю. Для взаимодействия с Telegram Bot API применена асинхронная библиотека telebot. Асинхронная реализация критически важна для образовательного сектора, так как она позволяет системе эффективно обрабатывать множество одновременных запросов от разных студентов, предотвращая блокировку потоков исполнения;
2. Модуль парсинга и обработки документов: Задача модуля заключается в извлечении «сырого» текстового контента из загружаемых учебных материалов. Для корректного распознавания данных используются специализированные библиотеки: PyPDF2 для работы с PDF-файлами и python-docx для документов формата Word. Помимо извлечения, модуль выполняет предварительную очистку текста от избыточных символов и форматирования перед его передачей в языковую модель, что оптимизирует потребление токенов и точность ответа;

3. Модуль интеллектуальной обработки (LLM-интеграция): выступает ядром системы, связывающим приложение с API ChatGPT (модель GPT-5-nano). Модуль содержит в себе заранее спроектированные системные промпты, которые задают модели роль «персонального наставника», инструктируя её использовать аналогии, упрощать синтаксис и избегать избыточной терминологии для снижения когнитивной нагрузки обучающихся.

Результат совместной работы первых всех трех модулей - прием документа форматов DOCX, его парсинг и выдача упрощенной, структурированной версии текста - представлен на рисунке 1.

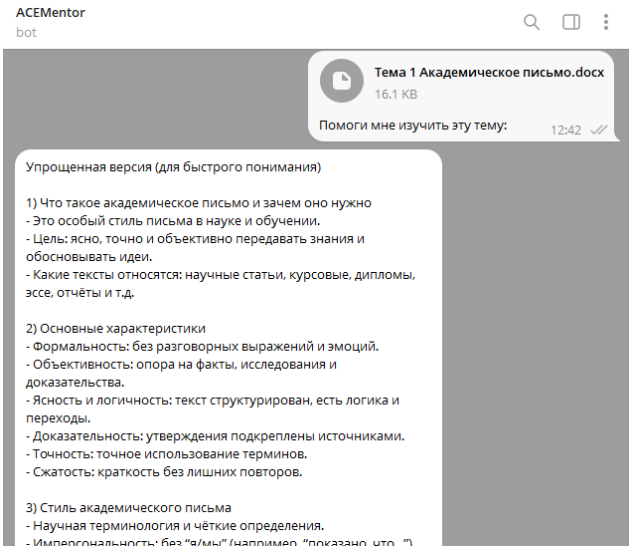


Рисунок 1 - Адаптация учебного документа через интерфейс бота

Помимо обработки файлов, интерфейс позволяет студентам отправлять прямые текстовые запросы для точечного объяснения узких концепций.

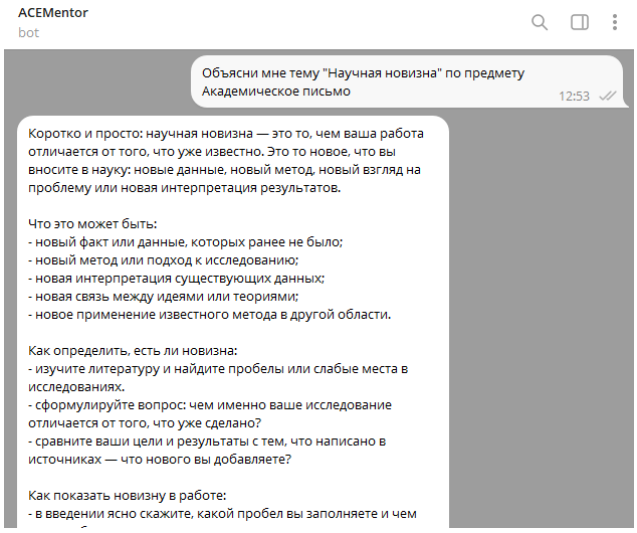


Рисунок - 2. Интерактивное объяснение темы по запросу пользователя

Работа серверной части и модуля интеграции фиксируется в системе логирования. На рисунке 3 продемонстрирован процесс асинхронной обработки запросов: от получения документа и начала парсинга до успешного ответа от API языковой модели с фиксацией времени обработки.

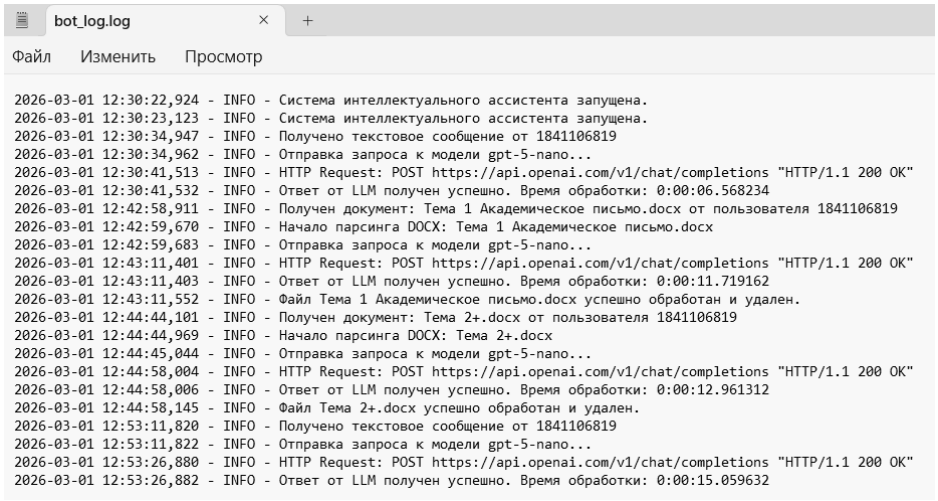


Рисунок - 3. Демонстрация процесса парсинга и взаимодействия с API

Разработанный прототип позволяет студенту мгновенно получить «краткое содержание» сложной лекции и проверить уровень своего понимания через интерактивный опрос. Исследования показывают, что использование LLM для упрощения текстов повышает уровень понимания материала и снижает воспринимаемую когнитивную нагрузку, особенно в сложных научных доменах [7].

Практическая значимость проекта заключается в создании доступного инструмента самообразования, который поддерживает принципы программы AI-Sana по формированию цифровой грамотности и подготовке «AI-нации». Ассистент помогает студентам трансформировать пассивное чтение в активный процесс изучения через немедленную обратную связь и самопроверку [8].

В ходе проведенного исследования была обоснована и реализована концепция интеллектуального ассистента, разработка которого является актуальным ответом на вызовы цифровой трансформации высшего образования в Казахстане. В условиях стремительного роста использования генеративного ИИ в академической среде, данный проект предлагает переход от бесконтрольной генерации контента к модели осознанного обучения через персонализацию и снижение когнитивной нагрузки.

На основе анализа и разработки можно сделать следующие выводы: использование языка программирования Python в связке с API ChatGPT позволило создать гибкий и производительный инструмент, способный адаптировать сложные научные тексты в реальном времени. Применение теории когнитивной нагрузки (CLT) в алгоритмах работы бота позволило минимизировать постороннюю нагрузку на студентов, упрощая синтаксические структуры и лексику без потери научного смысла.

Созданный прототип в мессенджере Telegram обеспечивает мгновенный доступ к функциям суммирования и самопроверки, что способствует трансформации пассивного чтения в активный процесс освоения материала.

Список использованных источников:

1. Forbes Georgia: 8 тысяч академических работ в РК написаны с помощью ИИ. – 2024. – https://forbes.kz/articles/8-tysyach-akademicheskih-rabot-studenty-kazahstananapisali-spomoshyu-ii.

2. Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «Казахстан в эпоху искусственного интеллекта: актуальные задачи и их решения через цифровую трансформацию». – 08.09.2025.

3. Орешкина Т. А., Долганов А. Ю., Маяцкая Е. А., Артюгин О. Ю. Внедрение технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс: управленческие вызовы // Университетское управление: практика и анализ. – Т. 29. – №. 1. – С. 92–105. – 2025.

4. Sweller J. Cognitive load theory and educational technology // Educational technology research and development. – Т. 68. – №. 1. – С. 1-16. – 2020.

5. Kazakhstan Joins First Global Cohort of OpenAI Edu Initiative // The Astana Times. – 2026. – https://astanatimes.com/2026/01/kazakhstan-joins-first-global-cohort-of-openai-edu-initiative/.

6. Melnyk A., Tymchyshyn V., Pukas A., Matiichuk L., Shcherbiak I., Yurchyshyn T., Pan T. Automatic Generation of Test Tasks Using ChatGPT API. – 2025.

7. Spirgi L., Seufert S., Delcker J., Heil J. Student Perspectives on Ethical Academic Writing with ChatGPT: An Empirical Study in Higher Education // CSEDU (2). – С. 179-186. – 2024.

8. Байгунакова А. С., Бегалиева С. Б. Перспективы цифровой трансформации проектного обучения в высшей школе Казахстана // Вестник науки. – Т. 3. – №. 4 (85). – С. 378-391. – 2025.

Жаксылык А. Т., магистр 1 курса,
Научный руководитель: **Кульмамиров С. А.,**
к.т.н., и. о. доцента, академик МАИН,
Есильский университет, Астана.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С БИОМЕТРИЧЕСКИМИ ТЕРМИНАЛАМИ

Аннотация: В статье рассматриваются подходы к разработке ИС управления биометрическими терминалами, предназначенной для централизованного учета пользователей, обработки событий идентификации и контроля доступа, а также интеграции разнородных устройств в единую цифровую среду.

Ключевые слова: биометрические терминалы, идентификация данных биометрии, информационная система (ИС), контроль доступа, учет рабочего времени, интеграция цифровых устройств, информационная безопасность.

Аңдатпа: Бұл мақалада пайдаланушыларды орталықтандырылған есепке алу, сәйкестендіру және кіруді бақылау оқиғаларын өңдеу, сондай-ақ әртүрлі құрылғыларды бірыңғай сандық ортаға біріктіру үшін арналған биометриялық терминалды басқару ақпараттық жүйесін (АА) әзірлеу тәсілдері қарастырылады.

Кілт сөздер: биометриялық терминалдар, биометриялық деректерді сәйкестендіру, ақпараттық жүйе (АЖ), кіруді бақылау, уақыт пен қатысуды бақылау, сандық құрылғыларды интеграциялау, ақпараттық қауіпсіздік.

Abstract: This article examines approaches to developing a biometric terminal management information system (IS) designed for centralized user accounting, processing identification and access control events, and integrating disparate devices into a single digital environment.

Keywords: biometric terminals, biometric data identification, information system (IS), access control, time and attendance tracking, digital device integration, information security.

Актуальность исследования по современной разработке ИС управления биометрическими терминалами обусловлена внедрением биометрических технологий в университетах и необходимостью повышения эффективности администрирования структуры ИС, достоверности учета и безопасности обработки данных (Alrawili et al., 2024; Lucia et al., 2023).

Несмотря на распространенность биометрических терминалов, на практике сохраняются проблемы, связанные с фрагментарностью используемых программных приложений, ограниченной совместимостью оборудования разных производителей, различиями в протоколах обмена и имеющимся недостатком разграничения прав доступа (Lucia et al., 2023; Sandhu et al., 2000).

Целью статьи является проведение анализа современных подходов к построению ИС функционирования биометрических терминалов, выявление их функциональных и структурных особенностей, а также обоснование необходимости создания унифицированной ИС, обеспечивающей централизованное управление устройствами и данными. Исследованы принципы функционирования биометрических терминалов, особенности их клиент-серверной архитектуры, требования к хранению и синхронизации биометрических и регистрационных данных, а также вопросы безопасности регистрированных данных, масштабируемости и надежности системы (Alrawili et al., 2024; ISO, 2022).

Отдельное внимание уделено проблемам интеграции терминалов различных производителей и необходимости формирования единого интеграционного слоя для обработки событий, управления пользователями и построения отчетности.

По результатам анализа установлено, что существующие решения нередко ориентированы на узкие сценарии применения и не в полной мере обеспечивают универсальность, расширяемость и удобство сопровождения. Сделан вывод о целесообразности разработки специализированной информационной системы, способной объединять функции управления биометрическими терминалами, централизованного сбора данных, контроля доступа и аудита действий пользователей в рамках единой архитектуры (Sandhu et al., 2000; ISO, 2022).

В условиях цифровизации управленческих и производственных процессов все более широкое распространение получают биометрические технологии, применяемые в системах контроля и управления доступом, учета рабочего времени, мониторинга перемещений персонала и обеспечения безопасности объектов (Lucia et al., 2023; Alrawili et al., 2024).

Использование биометрических терминалов позволяет повысить точность идентификации данных пользователей, снизить зависимость от традиционных средств аутентификации, таких как пропуска, карты доступа и PIN-коды, а также минимизировать влияние человеческого фактора при регистрации событий входа, выхода и присутствия сотрудников.

В результате биометрические решения становятся важным составляющим современной ИС. Практика внедрения биометрических терминалов показывает, что наибольший эффект достигается не только за счет применения самих устройств, но и за счет наличия эффективной ИС, обеспечивающей централизованное управление пользователями, синхронизацию данных, обработку журналов событий, формирование отчетности и разграничение прав доступа. При отсутствии единой цифровой платформы эксплуатация терминалов часто сопровождается рядом организационных и технических трудностей. К ним относятся разрозненность данных, необходимость ручного администрирования, ограниченные возможности контроля действий операторов, а также сложности интеграции устройств различных производителей в единый центр обработки данных (ЦОД).

Особую актуальность данная проблема приобретает в университетах, где одновременно используются биометрические терминалы разных типов и брендов, отличающиеся поддерживаемыми протоколами, форматами хранения данных, логикой регистрации пользователей и механизмами обмена событиями. В подобных условиях типовые приложения нередко оказываются недостаточно гибкими, поскольку ориентированы либо на оборудование конкретного производителя, либо на ограниченный набор функций, не охватыва-

ющий полный цикл управления терминальной инфраструктурой. Это затрудняет масштабирование системы, усложняет сопровождение и снижает общую эффективность использования биометрических технологий.

Современные требования к ИС управления биометрическими терминалами выходят далеко за рамки простой регистрации событий доступа. Такие системы должны обеспечивать надежное хранение учетных и биометрических данных, поддерживать многопользовательский режим работы, реализовывать ролевую модель безопасности, вести аудит действий пользователей, формировать аналитические и регламентированные отчеты, а также обладать возможностью дальнейшего развития и адаптации под изменяющиеся потребности организации (ISO, 2022).

Следовательно, разработка подобной системы требует комплексного подхода, учитывающего как особенности предметной области, так и архитектурные, технологические и эксплуатационные аспекты создаваемого программного приложения.

В связи с этим исследование подходов к разработке ИС управления биометрическими терминалами представляет практический интерес. Теоретическая значимость заключается в систематизации представлений о принципах функционирования биометрических терминалов, структурных моделях ИС и проблемах интеграции разнородного оборудования. Практическая значимость определяется возможностью использования результатов анализа для реализации новой ИС, способной обеспечить централизованное и безопасное управление биометрической инфраструктурой университетов. Для достижения обсуждаемой цели возможно решения следующих задач:

- рассмотрение особенности биометрических систем и контроля доступа;
- анализ принципов функционирования биометрических терминалов;
- освоение решений к построению ИС управления такими устройствами;
- исследование имеющихся цифровых приложений;
- интеграция цифрового оборудования различных производителей;
- выяснение подходов, определяющих необходимость создания унифицированной ИС управления биометрическими терминалами.

Объектом исследования здесь являются процессы управления биометрическими терминалами в составе корпоративной информационной инфраструктуры (КИС).

Предмет исследования составляют архитектурные, функциональные и организационно-технологические подходы к построению ИС, обеспечивающей централизованное управление пользователями, устройствами и событиями биометрической идентификации.

Биометрические системы идентификации и контроля доступа занимают важное место в современной цифровой инфраструктуре организаций, обеспечивая автоматизированное распознавание личности на основе уникальных физиологических или поведенческих характеристик человека.

В отличие от традиционных средств аутентификации, основанных на использовании паролей, карт доступа, жетонов или PIN-кодов, биометрический подход ориентирован на признаки, неразрывно связанные с конкретным пользователем. Это повышает уровень достоверности идентификации, снижает вероятность передачи учетных данных третьим лицам и позволяет минимизировать ошибки, возникающие при ручном контроле доступа и учете посещаемости.

Под биометрической идентификацией понимается процесс установления личности человека по его индивидуальным биометрическим признакам, которые обладают достаточной устойчивостью, уникальностью и пригодностью для автоматизированной обработки.

К числу наиболее распространенных биометрических характеристик относятся отпечатки пальцев, геометрия лица, рисунок радужной оболочки глаза, венозный рисунок ладони, голосовые характеристики, а также динамика поведения, например, подпись или манера набора текста.

В практических системах контроля доступа наибольшее распространение получили методы распознавания по отпечатку пальца и лицу, что объясняется относительной технологической зрелостью этих решений, удобством применения и доступностью соответствующего оборудования.

Биометрические технологий выполняют 2 основные функции: идентификацию и верификацию. Идентификация предполагает определение личности пользователя путем сопоставления его биометрического шаблона с множеством записей, хранящихся в базе данных (БД) системы. Верификация, напротив, используется для подтверждения уже заявленной личности, когда биометрический образ сопоставляется с конкретной учетной записью. Для задач контроля доступа и учета рабочего времени чаще всего применяется комбинированный подход, при котором биометрический признак используется как средство подтверждения личности и как инструмент регистрации событий входа, выхода или присутствия пользователя на объекте.

Распространение биометрических систем обусловлено рядом существенных преимуществ по сравнению с традиционными механизмами аутентификации. Во-первых, биометрические признаки трудно утратить, забыть или передать другому лицу, что повышает надежность доступа к защищаемым зонам и информационным ресурсам. Во-вторых, использование биометрии позволяет сократить количество мошеннических или ошибочных регистраций, связанных с применением чужих карт или вводом кодов за другого сотрудника. В-третьих, автоматизация процессов распознавания и регистрации событий обеспечивает более высокую оперативность контроля и упрощает последующую обработку данных в ИС. Для предприятий, где важны точность учета рабочего времени, контроль дисциплины и обеспечение пропускного режима, эти преимущества имеют существенное практическое значение.

Одновременно с этим использование биометрических технологий связано и с рядом ограничений, которые необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации соответствующих систем.

К таким ограничениям относятся требования к качеству биометрического образца, влияние внешних условий на точность распознавания, возможность ложных отказов или ложных допусков, а также необходимость соблюдения повышенных требований к защите персональных и биометрических данных согласно требованиям ISO - 2022. Например, распознавание лица может зависеть от освещенности, ракурса съемки, наличия масок, очков или иных внешних факторов, а считывание отпечатка пальца - от состояния кожи, загрязнений или физического износа поверхности пальца.

Поэтому эффективность биометрической системы определяется не только качеством алгоритмов распознавания, но и условиями применения, характеристиками оборудования и корректностью интеграции терминалов в общую информационную среду.

Биометрические системы контроля доступа в современных организациях применяются в нескольких основных направлениях. Прежде всего они используются для ограничения доступа к помещениям, производственным зонам, объектам с повышенными требованиями безопасности и внутренним подразделениям организации.

Кроме того, биометрические терминалы широко внедряются в системы учета рабочего времени, позволяя фиксировать факты прихода и ухода сотрудников, опоздания, переработки и иные события, значимые для кадрового учета и внутреннего контроля. В отдельных случаях такие системы интегрируются с корпоративными платформами управления персоналом, системами видеонаблюдения, аналитическими модулями и средствами формирования регламентированной отчетности, что превращает биометрическую инфраструктуру в часть единого цифрового контура управления организацией.

С точки зрения работы ИС биометрический терминал не должен рассматриваться как изолированное устройство, выполняющее только функцию распознавания пользователя. На практике он является источником событий, субъектом обмена данными и элементом распределенной системы, взаимодействующим с серверной логикой, базой данных и интерфейсами администрирования. Именно поэтому при анализе биометрических систем идентификации и контроля доступа важно учитывать не только точность биометрического распознавания, но и организацию хранения шаблонов, механизмы синхронизации учетных записей, способы регистрации и передачи событий, а также возможности централизованного управления устройствами и пользователями.

Таким образом, биометрические системы идентификации и контроля доступа представляют собой сложный класс аппаратно-программных решений, в которых объединяются задачи аутентификации, регистрации событий, обеспечения безопасности и поддержки управленческих процессов. Их практиче-

ская эффективность определяется не только характеристиками отдельных терминалов, но и качеством информационной системы, в составе которой они функционируют.

Это делает актуальным дальнейшее использование принципов работы биометрических терминалов, структурных подходов к построению систем управления ими и проблем интеграции оборудования различных производителей в единую информационную среду.

Биометрические терминалы представляют собой специализированные аппаратно-программные устройства, предназначенные для автоматизированного распознавания пользователей по их уникальным физиологическим или поведенческим признакам, а также для регистрации событий, связанных с доступом, присутствием и учетом рабочего времени.

В практическом применении такие устройства являются не только инструментом идентификации личности, но и важным элементом корпоративной информационной инфраструктуры, обеспечивающим сбор, первичную обработку и передачу данных в централизованную информационную систему. Поэтому рассмотрение принципов функционирования биометрических терминалов имеет важное значение для понимания требований к разработке системы управления такими устройствами.

Общая логика работы биометрического терминала включает несколько взаимосвязанных этапов:

- регистрацию пользователя;
- формирование и хранение биометрического шаблона;
- считывание биометрического признака при обращении к устройству;
- сравнение полученных данных с ранее сохраненными эталонами;
- принятие решения о подтверждении личности или отказе в доступе.

В зависимости от назначения терминала и выбранной технологии распознавания последовательность отдельных операций может различаться, однако базовая схема работы остается общей для большинства систем данного класса.

На этапе первичной регистрации в ИС заносятся идентификационные сведения о пользователе, которые могут включать персональный номер, фамилию, имя, подразделение, должность и иные учетные данные, необходимые для последующего управления доступом и ведения учета. Одновременно осуществляется захват биометрического образца: например, отпечатка пальца, изображения лица или иного признака. Полученные данные, как правило, не хранятся в системе в виде исходного изображения в прямом виде, а преобразуются в биометрический шаблон - специальное математическое представление, выделяющее характерные особенности признака и пригодное для дальнейшего машинного сравнения. Именно шаблон используется в большинстве систем для распознавания, поскольку такой подход снижает объем хранимых данных, повышает скорость обработки и в определенной степени способствует защите биометрической информации.

После завершения регистрации шаблон и связанные с ним учетные сведения могут храниться либо локально в памяти терминала, либо в централизованной базе данных, либо одновременно в обоих местах, если система использует синхронизацию между устройствами и сервером. Выбор модели хранения зависит от архитектуры конкретного решения.

Автономные терминалы чаще ориентированы на локальную обработку и локальное хранение данных, тогда как сетевые и многопользовательские решения предполагают наличие серверного компонента, отвечающего за централизованное управление пользователями, распределение учетных записей между устройствами и консолидацию журналов событий. Для новой ИС управления биометрическими терминалами именно централизованная такая модель имеет наибольшую практическую значимость, так как позволяет обеспечить единообразное администрирование и контроль состояния терминальной инфраструктуры.

В процессе эксплуатации терминала пользователь взаимодействует с устройством повторно, предъявляя биометрический признак для подтверждения личности. На этом этапе терминал выполняет считывание текущего образца с помощью соответствующего сенсора или камеры. Затем производится предварительная обработка данных, направленная на повышение качества изображения или сигнала, устранение шумов, нормализацию формы представления и выделение информативных признаков. После этого формируется текущий шаблон, который сравнивается с эталонными записями, доступными устройству. Если степень совпадения превышает установленный порог, система принимает решение об успешной идентификации или верификации пользователя; в противном случае доступ отклоняется или событие фиксируется как неуспешная попытка.

Точность работы биометрического терминала зависит не только от используемого алгоритма распознавания, но и от целого ряда эксплуатационных факторов. К ним относятся качество сенсоров, освещенность, положение пользователя относительно камеры, состояние поверхности пальца, скорость предъявления признака, стабильность сетевого соединения и корректность идентификации и настройки параметров системы.

В связи с этим в практических условиях важную роль играет не только алгоритмическая составляющая терминала, но и качество его интеграции в общую информационную систему, способную компенсировать часть эксплуатационных рисков за счет ведения журналов, синхронизации данных, мониторинга состояния оборудования и настройки режимов работы.

Результатом работы биометрического терминала является не только решение о допуске или недопуске пользователя, но и формирование события, которое имеет самостоятельную ценность для информационной системы. Такое событие может содержать идентификатор пользователя, дату и время обращения, тип операции, сведения об устройстве, результат проверки, а также дополнительные атрибуты, зависящие от модели терминала и особенностей

протокола обмена. Для систем контроля доступа эти данные используются при управлении пропускным режимом, а для систем учета рабочего времени - при расчете фактического присутствия, опозданий, переработок и иных производственных показателей.

Таким образом, терминал выполняет не только функцию локального распознавания, но и роль источника первичных данных для последующей аналитической и учетной обработки.

С точки зрения способов взаимодействия с ИС биометрические терминалы могут функционировать в различных режимах. Первый вариант предполагает автономную работу, при которой устройство самостоятельно хранит пользователей и журналы событий, а обмен с внешней системой осуществляется периодически или вручную. Второй вариант основан на сетевом подключении, когда терминал регулярно передает события на сервер или предоставляет возможность их централизованного запроса. Третий вариант включает комбинированную модель, при которой часть функций выполняется локально, а часть - централизованно на уровне серверной платформы. Для задач разработки ИС управления биометрическими терминалами наиболее перспективной является именно сетевая или комбинированная модель, поскольку она обеспечивает баланс между устойчивостью локальной работы и преимуществами централизованного администрирования.

Особое значение имеет процесс синхронизации данных между терминалом и сервером. Он включает передачу учетных записей пользователей на устройства, обновление параметров доступа, загрузку биометрических шаблонов или связанных с ними идентификаторов, а также сбор журналов событий для дальнейшего хранения и обработки. На практике этот процесс осложняется тем, что терминалы различных производителей используют разные протоколы обмена, наборы полей, форматы временных меток, механизмы авторизации и способы выгрузки данных. Именно поэтому при создании ИС управления биометрическими терминалами требуется предусматривать промежуточные программные приложения, которые будут унифицировать взаимодействие с устройствами и приводить поступающие данные к единой модели представления.

Поскольку цифровые устройства работают с персональной и биометрической информацией, к ним предъявляются повышенные требования по защите каналов связи, аутентификации при подключении, контролю прав доступа операторов, журналированию действий и предотвращению несанкционированного изменения учетных данных. В централизованной системе управления эти требования приобретают особое значение, так как нарушения безопасности на уровне обмена между терминалом и сервером могут повлечь за собой искажение учетной информации, несанкционированное предоставление доступа или утрату критически важных данных.

Таким образом, принцип функционирования биометрического терминала представляет собой совокупность процессов регистрации пользователей,

формирования биометрических шаблонов, локального или централизованного сравнения данных, принятия решения о доступе и передачи событий в информационную систему. Эффективность работы терминалов определяется не только качеством аппаратных компонентов и алгоритмов распознавания, но и тем, насколько грамотно организовано их взаимодействие с серверной частью, базой данных и средствами администрирования. Это позволяет сделать вывод о том, что разработка ИС должна основываться на глубоком понимании внутренней логики работы цифровых устройств, механизмов их интеграции и требований к надежной обработке данных контроллерами в единой цифровой среде.

Разработка такой ИС требует выбора новой архитектуры цифровых устройств, которая обеспечивала бы централизованное администрирование устройств, надежную обработку данных, масштабируемость, безопасность и возможность интеграции оборудования различных производителей в единую цифровую среду. Современная ИС должна рассматриваться как комплексная платформа, объединяющая серверную логику, БД, средства обмена с терминалами, интерфейсы и механизмы контроля доступа.

Поэтому анализ структурных подходов ИС имеет ключевое значение для формирования научно обоснованной модели разрабатываемой системы.

Наиболее простым вариантом является локальная структура, при которой каждый биометрический терминал функционирует автономно или управляется через отдельное приложение на одном рабочем месте. Такая модель может быть приемлемой для небольших объектов с минимальным числом пользователей и устройств, однако при росте масштаба эксплуатации она становится малоэффективной.

Основными недостатками локального подхода являются разрозненность данных, отсутствие единой точки администрирования, ограниченные возможности централизованного мониторинга и сложность формирования сводной отчетности.

Поэтому локальная архитектура затрудняет унификацию процессов управления пользователями и усложняет сопровождение ИС, особенно если в инфраструктуре используются терминалы нескольких производителей.

Более развитым и практически значимым подходом является клиент-серверная архитектура, в рамках которой центральный сервер выполняет основные функции управления, обработки и хранения данных, а пользовательские приложения и биометрические терминалы взаимодействуют с ним как внешние компоненты распределенной системы. В такой модели серверная часть отвечает за хранение учетных записей пользователей, разграничение прав доступа, журналирование событий, обработку данных, поступающих от устройств, и предоставление интерфейсов для администрирования. Клиентская часть, в свою очередь, обеспечивает взаимодействие операторов и администраторов с системой через графический интерфейс.

Клиент-серверная архитектура наиболее полно соответствует задачам построения единой ИС управления биометрическими терминалами, поскольку позволяет централизовать критически важные функции и упростить сопровождение программных приложений.

С архитектурной точки зрения биометрические терминалы в такой системе выступают как периферийные узлы, формирующие события и обменивающиеся данными с серверной платформой. При этом сервер должен обеспечивать не только прием и хранение журналов событий, но и синхронизацию учетных данных пользователей, распределение прав доступа, обновление параметров работы устройств и контроль состояния терминальной сети. Следовательно, структура ИС должна строиться таким образом, чтобы обеспечить надежную двустороннюю связь между терминалами и центральным программным ядром. Это особенно важно в условиях, когда оборудование различных производителей отличается по используемым протоколам, способам передачи данных и форматам представления событий.

В современных условиях актуальность приобретает многоуровневая архитектура, при которой ИС разделяется на взаимосвязанные уровни. Можно выделить уровень представления, уровень прикладной логики, уровень интеграции с внешними устройствами и уровень хранения данных. Уровень представления включает веб-интерфейсы или настольные приложения, через которые администраторы и операторы управляют пользователями, терминалами, журналами событий и отчетностью. Уровень прикладной логики реализует бизнес-процессы системы: обработку команд управления, проверку прав доступа, синхронизацию данных, формирование отчетов и аудит действий пользователей. Уровень интеграции обеспечивает взаимодействие с биометрическими терминалами и внешними программами. Уровень хранения данных отвечает за надежное и структурированное сохранение учетной информации, журналов событий, параметров устройств, ролей пользователей и иных сущностей, необходимых для функционирования ИС.

Такое разделение архитектуры на уровни обладает рядом преимуществ. Во-первых, оно упрощает сопровождение и модернизацию системы, так как изменения в одном уровне могут вноситься с минимальным влиянием на другие компоненты. Во-вторых, многоуровневая модель способствует масштабируемости, позволяя развивать серверную часть, пользовательский интерфейс или подсистему интеграции независимо друг от друга. В-третьих, она повышает безопасность, так как позволяет централизованно реализовать механизмы аутентификации, авторизации, журналирования и защиты данных. Для такой ИС обсуждаемый подход является особенно целесообразным, поскольку сочетает гибкость архитектуры с возможностью поддержки сложных сценариев эксплуатации.

Значимое место в структуре ИС занимает интеграционный слой, который может рассматриваться как специализированный программный компо-

нент, обеспечивающий унификацию взаимодействия с терминалами различных типов. На практике именно этот слой принимает на себя задачу преобразования разнородных протоколов, форматов данных и моделей событий в единую внутреннюю структуру, понятную прикладной логике системы. Без такого слоя клиент-серверная архитектура теряла бы значительную часть своей эффективности, поскольку каждая функция системы была бы вынуждена учитывать особенности конкретного производителя оборудования. Следовательно, архитектурно грамотное решение предполагает выделение интеграционного модуля в самостоятельную подсистему, обеспечивающую адаптацию терминалов к единой информационной модели.

В зависимости от масштаба внедрения и организационных требований ИС может строиться как монолитное приложение или как набор модульных компонентов. Монолитный подход имеет определенные преимущества на ранних этапах разработки, поскольку позволяет быстрее реализовать базовый функционал и упростить развертывание.

Однако при расширении числа функций, увеличении нагрузки и необходимости поддержки большого числа интеграций монолитная архитектура может создавать трудности в сопровождении, тестировании и масштабировании. По этой причине для систем, ориентированных на развитие, целесообразно использовать модульный подход, при котором отдельные функциональные блоки, такие как управление пользователями, обработка журналов, интеграция терминалов, отчетность, аудит и лицензирование, проектируются как логически обособленные подсистемы.

Необходимо также учитывать, что структура ИС должна поддерживать многопользовательский режим работы и ролевую модель доступа. В реальных условиях с ИС взаимодействуют различные категории пользователей: системные администраторы, специалисты службы безопасности, кадровые сотрудники, операторы и руководители подразделений. Каждая из этих ролей имеет собственный набор полномочий и задач, поэтому структура ИС должна предусматривать централизованный механизм аутентификации, гибкое разграничение доступа к функциям и данным, а также аудит действий пользователей. Наличие таких механизмов делает ИС не просто средством обмена с терминалами, а полноценной корпоративной платформой управления биометрической инфраструктурой.

С точки зрения надежности и устойчивости к сбоям структура ИС должна обеспечивать сохранность данных и непрерывность происходящих в ИС процессов. Это означает необходимость резервирования критически важной информации, контроля целостности БД, обработки ошибок обмена с устройствами и поддержки повторной синхронизации при временной недоступности терминалов или сетевого соединения.

Если биометрические устройства временно работают автономно, структура ИС должна позволять позднее получить накопленные журналы и корректно встроить их в общую модель данных. Следовательно, архитектурные

решения ИС должны учитывать распределенный характер терминальной инфраструктуры и потенциальную нестабильность внешней среды.

Таким образом, анализ структурных подходов ИС показывает, что наиболее обоснованной моделью для построения новой ИС является многоуровневая клиент-серверная архитектура с выделенным интеграционным уровнем, централизованным хранилищем данных в ЦОД, модульной организацией функциональности и средствами ролевого управления доступом. Такой подход обеспечивает возможность централизованного администрирования, унификации взаимодействия с разнородными устройствами, надежного хранения и обработки данных, а также дальнейшего расширения ИС в соответствии с потребностями организации. Именно на этой архитектурной основе может быть построена эффективная ИС, предназначенная для управления биометрическими терминалами в современной корпоративной среде.

Список литературы

1. Alrawili, R., AlQahtani, A. a. S., & Khan, M. K. (2024). Comprehensive survey: Biometric user authentication application, evaluation, and discussion. Computers & Electrical Engineering, 119, 109485. https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2024.109485.

2. Face Recognition Vendor Test (FRVT) / NIST. (2025, March 26). https://www.nist.gov/programs-projects/face-recognition-vendor-test-frvt.

3. ISO/IEC 24745:2022. (n.d.). ISO. https://www.iso.org/standard/75302.html.

4. Lucia, C., Zhiwei, G., & Michele, N. (2023). Biometrics for Industry 4.0: a survey of recent applications. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 14(8), 11239–11261. https://doi.org/10.1007/s12652-023-04632-7.

5. Sandhu, R., Ferraiolo, D., & Kuhn, R. (2000). The NIST model for role-based access control. The NIST Model for Role-based Access Control: Towards a Unified Standard, 47–63.

УДК 332.142

Кульмамиров С. А., к.т.н., и.о.доцента, академик МАИН,
Кенебаева Д., ст. преподаватель кафедры ИСиТ,
Есильский университет, Астана

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация: В статье рассматривается роль экосистемного подхода в цифровой трансформации отраслей медицины РК, исследовано состояние развития цифровых платформ на современном этапе и перспективы их внедрения

цифровых экосистем в нашей стране. Определены ключевые факторы, обеспечивающие успешное формирование экосистемных бизнес-моделей и внедрение их в практику медицинских предприятий.

Ключевые слова: цифровая трансформация, экосистемный подход, бизнес-модели, цифровые экосистемы, пути трансформации экосистемы.

Аңдатпа: Бұл мақалада біздің елде денсаулық сақтауды сандық трансформациялаудағы экожүйелік тәсілдің рөлі қарастырылды. Онда сандық платформаны дамытудың қазіргі күйі және оларды елдегі сандық экожүйелерде енгізу кезеңдері қарастырылды. Экожүйелік бизнес модельдерінің сәтті дамуын және оларды денсаулық сақтау ұйымдарына енгізуді қамтамасыз ететін негізгі факторлар анықталды.

Кілт сөздер: цифрлық трансформация, экожүйелік тәсіл, бизнес модельдері, цифрлық экожүйелер, экожүйелік трансформация жолдары.

Abstract: This article examines the role of the ecosystem approach in the digital transformation of healthcare in Kazakhstan. It examines the current state of digital platform development and prospects for their implementation within digital ecosystems in the country. Key factors that ensure the successful development of ecosystem business models and their implementation in healthcare organizations are identified.

Keywords: digital transformation, ecosystem approach, business models, digital ecosystems, ecosystem transformation pathways.

Формирование цифровых экосистем выступает одной из приоритетных задач цифровой трансформации общества и находится в зоне пристального внимания как исследователей, так и руководителей экономических бизнес-структур, государственных деятелей, а также ключевых специалистов международных медицинских союзов и объединений. В течение последних десяти лет уровень востребованности цифровых платформ повышается, что связано с их неоспоримыми преимуществами по оптимизации бизнес-процессов, повышению скорости и обоснованности принятия управленческих решений. По оценкам специалистов McKinsey [1], доля экосистемных компаний в мировой экономике будет увеличена с 1–2 % (2020) до 30% (2030).

Создание и использование цифровых платформ в процессе цифровизации Республики Казахстан (РК) на период до 2030 года Постановлением РК «О цифровом развитии» определены в качестве «основного подхода», предполагающего реализацию пилотных проектов и финансирование мероприятий, направленных на приоритетные сферы внедрения цифровых платформ [1-2].

Однако, по состоянию на начало 2026 года степень внедрения новых бизнес-моделей в РК существенно отстает от большинства развитых стран. Скорость перехода на цифровые платформенные модели различается по отраслям медицины и экономики страны отраслям. Принципы работы субъектов цифровых экосистем в РК недостаточно распространены; многие менеджеры не понимают и не принимают концепцию перехода к цифровой платформе и

не собираются участвовать в изменении традиционных медицинских моделей бизнес-процессов.

Целью статьи является определение этапа развития цифровых платформ и экосистем в Казахстане, перспектив внедрения экосистемных моделей в медицине, способствующих повышению эффективности и устойчивости медицинских предприятий на глобальном рынке. Актуальные аспекты трансформации бизнес-моделей с учетом перехода на экосистемы рассмотрены в работах Д. В. Мухи, А. С. Лемешевского, А. М. Зеневич, Н. К. Мельникова [3-7].

Впервые об экономической деятельности бизнес-компаний и структур с позиции экосистемного подхода заявил в 1993 году Джеймс Ф. Мура в Harvard Business Review [2]. Сейчас крупные предприятия и международные корпорации в качестве основных стратегических инициатив предусматривают развитие своих экосистем внутри страны. Цифровые экосистемы могут быть интерпретированы как цифровые аналоги биологических систем.

Термин новый, неоднозначный и в практике его использования существуют разночтения в его толковании [2]. В цифровой повестке Евразийского экономического союза [3] цифровые экосистемы рассматриваются как открытые и устойчивые системы, которые включают в себя физические, юридические, виртуальные субъекты, а также их связи и отношения в цифровой форме. В соответствии с действующим законодательством РК, экосистема цифровой экономики – это открытая устойчивая информационная система (среда), обеспечивающая постоянное взаимодействие цифровых платформ, функционирующих на них сервисов, информационных систем (ИС, [4]).

Наши медицинские специалисты представляют себе цифровую экосистему как совокупность платформ различного функционала и чаще всего с общим интерфейсом, обеспечивающую применение бизнес-модели и объединяющую значимое число потребителей в рамках бесшовного интегрированного процесса [5]. Современные зарубежные ученые заявляют, что формирование собственной экосистемы медицинского предприятия может рассматриваться в качестве отдельного этапа ее жизненного цикла [6].

Например, за последние 10 лет количество экосистем США возросло примерно в 10 - 15 раз, экосистем Китая – в 5 - 8 раз. Казахстанские и российские экосистемы на данный момент не могут составить им конкуренцию на международном рынке, причем проблема цифрового неравенства усугубляется сетевыми свойствами платформенной экономики.

Таблица 1 - Ключевые аспекты регулирования цифровых экосистем развитых стран

	США	**Китай**	**ЕС**	**Казахстан и Россия**
Приоритет регулирования	Интересы частного рынка	Безопасность и цифровое развитие	Соблюдение правовых норм	Политическая и национальная безопасность

Подход	Рыночный подход	Государственный	Комплексный человеческий подход	Государственный
Цель	Сохранение лидерства на мировом цифровом рынке	Поддержка социальной стабильности и развитие цифровых секторов	Защита основных прав и ценностей ЕС, создание единого цифрового рынка ЕС	Обеспечение устойчивого национального развития
Государственная политика	Свободный поток данных, ограничения монополии и по вопросам обороны и национальной безопасности	Регулирование аппаратно-программного комплекса, содержания данных, стандартов, субсидирование китайских платформ	Решение проблем, связанных с деятельностью ГЦП (глобальных цифровых платформ). Защита цифрового суверенитета	Обеспечение цифровой самодостаточности, национальной и общественной безопасности

Развитию экосистемных моделей, ввиду высокой значимости этой проблемы, уделяется повышенное внимание, но подходы регулирования (таблица 1) значительно отличаются.

При составлении таблицы применен предложенный Смирновым анализ моделей регулирования трансграничных потоков данных (CBDF – cross-boarder data flowers, [7, С. 106-119]). Исследование рынка цифровых экосистем и платформ, проведенное Институтом статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, доказывает ключевую роль экосистем в инновационной активности, например, российских предприятий. В ходе мониторинга цифровой трансформации бизнеса ученые провели обследования более 4 тыс. организаций 10 отраслей экономики [5]. Из числа организаций, использующих цифровые экосистемы, 78% подтвердило оптимизацию БП, 61% респондентов улучшили коммуникацию с клиентами, 56% сократили затраты.

Например, цифровые платформы в РФ к 2025 году наиболее часто применяются в финансовой сфере (57,7%), в отраслях телекоммуникаций и ИТ (49%), на транспорте (29%), в строительстве (19,3%).

В Казахстане такие широкомасштабные исследования еще не проведены. Но в самых разных сферах деятельности создаются и активно развиваются цифровые платформы, на базе которых формируются цифровые экосистемы (таблица 2).

Таблица 2 - Примеры действующих цифровых платформ и экосистем

Направление деятельности	**Ключевые решаемые задачи**	**Примеры**
Разработка ПО	Автоматизация бизнес-процессов, управление данными	Exonum

Электронная коммерция	Увеличение базы клиентов, снижение затрат на привлечение, улучшение пользовательского опыта	mail.kz, Emall, УТБ, БелЭТП
Промышленность, логистика	Повышение эффективности в производственной сфере, правовая поддержка производителей	CleVR, БАМАП, e-kazakhstan
Финансовая сфера	Обеспечение эффективного и безопасного способа проведения финансовых операций	khalykbank.kz, bcc.kz, kaspi.kz, Сбербанк, Белинвест, Currency.com
Государственные услуги	Повышение доступности и качества оказываемых услуг	e-услуга
Здравоохранение	Предоставление новых способов диагностики, лечения и мониторинга здоровья	e-Health
Образование	Предоставление инновационных способов обучения и взаимодействия	tdu.kz, SkyBel, BMV, Знай-Бай
Развлечения и отдых	Поиск и бронирование билетов в курорты и места отдыха	medeo, burabay.kz, vetliva.by

На данный момент среди коммерческих экосистем наибольшее значение имеют маркетплейсы, собирающие в едином цифровом пространстве представителей разных сегментов национальной экономики. Для внедрения бизнес-модели экосистемы большую роль играет популярность самой торговой площадки. В феврале 2024 года ЗАО «Интернет-магазин Евроопт» запустил маркетплейс emall.by. За три недели на торговой площадке зарегистрировалось более 1 000 продавцов, представивших более 6 000 товаров. Компании принадлежат сервис «Едоставка» и сеть отделений «Европочта», т. е. можно говорить о появлении полноценной цифровой экосистемы [8].

Инновационное развитие экономики страны способствует росту и развитию цифровых экосистем, увеличению количества участников и технологическому совершенствованию предоставляемых сервисов. В стратегические планы Казахстана входит активное внедрение экосистемной модели, поэтому целесообразно во всех отраслях национальной экономики определить драйверы роста.

Прежде всего успешность формирования цифровых экосистем будет определяться развитием цифровых технологий и платформ. Например, в РФ наиболее востребованными в 2022 году (данные Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ) были: Облачные вычисления, Интернет вещей, RFID – технологии и технологии, ИИ, промышленные роботы, цифровые двойники и аддитивные технологии. Каждая из технологий оказала влияние на становление рынка цифровых экосистем (рисунок 1).

Развитие облачных инфраструктур, роботостроение, разработка программных комплексов предполагают вложения крупного капитала. Среди ка-

захстанских предприятий, использующих цифровые технологии или планирующих их внедрение, более половины (55%) отмечают в качестве основного барьера цифровизации дефицит финансовых ресурсов [5].



Рисунок 1 - Влияние цифровых технологий на формирование экосистемной бизнес-модели в развитых странах

Невысокий показатель наукоемкости ВВП РК за последние 12 лет снизился еще на 0,2% (таблица 3), и на начало 2026 года он становится значительно ниже порога экономической безопасности РК. В соответствии с Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития РК, уровень наукоемкости к 2030 году должен достигнуть показателя не менее 0,8% [9].

Таблица 3 – Исследование и анализ динамики затрат РК на научные исследования

Годы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025
Наукоемкость ВВП РК	0,65	0,60	0,59	0,58	0,57	0,54	0,53	0,50	0,45

В наше время по финансированию стартапов РК находится на 75 месте, и динамичные развивающиеся команды выбирают для страны с более благоприятным финансовым климатом. В краткосрочной перспективе в связи с ограниченным финансированием инновационных проектов для Казахстана целесообразно обратить внимание на такие общемировые тенденции как:

– переход от амбициозных стартапов с высоким риском и большим сроком окупаемости к проектам с устойчивой бизнес-моделью;

– переход к проектам B2B, требующих меньших затрат на продвижение;

– масштабирование результатов отраслевых пилотных проектов.

Но не только в финансировании цифровых преобразований следует искать драйверы роста. И даже размер и возраст экосистем не входит в основополагающие факторы успеха.

Исследователь Е. Н. Смирнов. на практических примерах доказывает, что в основе конкурентного преимущества экосистемы выступают ее уникальность и специфика [7, с. 149]. Появление новых стартапов может стать отличной точкой роста цифровых экосистем. Безусловно, в РК уже имеются удачные стартапы. Для удержания талантливых команд в РК необходима адресная поддержка бизнес-сообщества, так как многие исследователи и предприниматели не имеют достаточной информации о процессе коммерциализации и не знают, как правильно преобразовать свои научные разработки в успешные коммерческие продукты или услуги.

Также следует отметить, что для казахстанских предприятий важно выстраивать взаимовыгодные коммуникации как с российскими партнерами, так и с предприятиями стран дальнего зарубежья. Наиболее разработанными являются цифровые экосистемы банков. Соответственно первоочередное внимание можно уделить выстраиванию взаимовыгодного сотрудничества с банковской сферой и взаимодействию с FinTech стартапами, в частности, «Озон Банк» и «Яндекс Банк».

Следующий драйвер роста национального рынка экосистем нашей страны - это подготовка кадров, обладающих знаниями и навыками в области инноваций, предпринимательства и ИТ- компетенциями. Для работы с цифровыми сервисами необходимо совершенствовать цифровые навыки специалистов самых разных профессий. По данным опроса McKinsey [10] около 90% руководителей и менеджеров подтверждают либо прогнозируют в течение ближайших 5 лет нехватку навыков своих сотрудников. Агенство Gartner подчеркивает важность точности решений по внедрению цифровых технологий, отмечая, что целевое обучение и поддержка могут сократить время достижения компетентности на 30%.

Также важна личная заинтересованность обучающихся университетов и качество уровня предоставления им образования. Исследования Brandon Hall Group показывают, что только 50% современных организаций получают повышение показателей внедрения в результате инвестиций в технологии обучения [11]. Причиной может стать недостаток компетенций у преподавателей и дефицит специалистов для обучения сотрудников работе с цифровыми технологиями.

Также следует освятить такой аспект, как объективная оценка состояния развития цифровых платформ и экосистем. В настоящее время состояние и динамика развития существенно отличается в различных регионах Казахстана, отраслях и видах организаций. Уровень спроса на передовые цифровые технологии и экосистемные бизнес-модели зависит не только от отраслевых особенностей, но и от технической оснащенности и финансового состояния отрасли.

Методики оценки, перечень параметров, общепризнанные алгоритмы нуждаются в разработке и согласовании. Методики оценки эффективности деятельности необходимы для государственного регулирования и стратегического планирования, формирования политики информационной безопасности и определения баланса между контролем и автономией, а также поддержание цифровой репутации экосистемы и конкурентной позиции в международных и национальных рейтингах.

Проблемы измерения платформенной экономики с точки зрения их адаптивного управления рассмотрены в статье [12]. Оценка цифровых экосистем возможна по совокупности ключевых показателей эффективности 3 видов (отраслевых, бизнес-показателей и пользовательских показателей). Следует обратить внимание на метрики, позволяющие проводить мониторинг эффективности управления трансформацией, управления рисками и управления цифровыми талантами.

Таким образом, формирование цифровых экосистем и обеспечение их устойчивого и эффективного функционирования во всех ключевых отраслях экономики и социальной сферы является важнейшей задачей цифровой трансформации. Но на практике предприятий РК сталкиваются с множеством проблем, препятствующих внедрению цифровых технологий и модернизации бизнес-моделей.

Для развития цифровых экосистем первоочередное внимание следует уделить сбалансированному комплексному внедрению цифровых технологий для повышения конкурентоспособности национальной экономики РК в целом, поощрению сотрудничества между государственными структурами и частным сектором для развития инноваций и обмена знаниями, а также поддержке инновационных разработок и масштабированию результатов успешных отраслевых пилотных проектов.

В настоящее время в Казахстане продолжается, например, масштабная цифровая трансформация здравоохранения. Министерством здравоохранения реализуется архитектура экосистемы E-Densaulyq, которая объединит существующие 17 информационных систем в 6 ключевых компонентов. Ядром экосистемы станет Единое хранилище медицинских данных, где будут аккумулированы все медицинские данные граждан за счет интеграции с медицинскими ИС независимо от форм собственности.

К 2026 году граждане страны получат полноценный доступ к своим электронным паспортам здоровья, а принцип «данные за пациентом» позволит сделать медицину прозрачной и управляемой.

Отметим ключевые компоненты этой экосистемы:

- регистр прикрепления населения;
- ИС управления ресурсами здравоохранения (оборудование, лицензий);
- ИС лекарственного обеспечения;
- единая система оплаты медицинской помощи и услуги.

Теперь единая система оплаты медицинских услуг работает с июля этого года по всей стране. Она обеспечивает 100% мониторинг оказанных услуг. В новой системе алгоритмы выявления нарушений автоматизированы, а возражения медицинских организаций рассматриваются экспертами в территориальном формате.

На следующем этапе запускается ИС управления ресурсами здравоохранения, которая позволит планировать развитие инфраструктуры с учетом кадров, техники и медицинского оборудования. Все IT-решения нацелены на 3 категории пользователей для граждан:

- 8 медицинских справок переведены в цифровой формат, 5 из них полностью без бумажной альтернативы;
- 80% пациентов получают лекарства в рамках АЛО через цифровой сервис «Социальный кошелек»;
- 3,5 млн пациентов будут обеспечены расчетом потребности в лекарствах.

Для медицинских работников:

- снижение нагрузки на персонал до 40% за счет интеграции систем и сокращения дублирующих действий;
- 147 медицинских организаций участвуют в пилоте телемедицины, включая помощь жителям села;
- два AI-решения (CEREBRA.AI и WDSOFT) уже внедряются в практику для раннего выявления инсульта и рака молочной железы.

В ближайшее время планируется охватить цифровым мониторингом здоровье детей, женщин и лиц на динамическом наблюдении, провести трансформацию обеспечения лекарственными средствами через частные аптеки.

С 2024 года в Министерство здравоохранения действует технология Face ID для идентификации пациентов. Уже 57% граждан проходят регистрацию через цифровые сервисы, т.е. Face ID - Цифровой документ - код пациента.

Таким образом, цифровизация – это не просто IT-решения, а фундамент нового медицинского обслуживания населения: доступной, прозрачной и управляемой на основе достоверных данных.

В настоящее время цифровизация системы здравоохранения РК основана на экосистеме здоровья человека. Она имеет 4 сегмента: оздоровление и профилактика, раннее выявление болезней, оказание медицинской помощи и управление заболеваниями и реабилитация. По информации от Министерства здравоохранения РК, сегодня здоровье – это применение цифровых технологий во всех ее сегментах.

В первую очередь, это мобильные приложения, специальные сайты и цифровые медицинские ИС, которые способствуют улучшению работы служб медицинской помощи. Они направлены на повышение качества оказания медпомощи населению. Сегодня постепенно Казахстан переходит на безбумажное здравоохранение, которое уже налажено в 8 областных акиматах Казахстана. Оцифровано более 120 бумажных форм документов.

До 2027 года все регионы должны полностью перейти на безбумажное здравоохранение. Также в Казахстане внедряется искусственный интеллект «Watson for Oncology». Эта программа отбирает индивидуальные методы лечения, масштабирует доступ к онкологической экспертизе и анализирует крупные объемы медицинских источников литературы, обрабатывая данные более 300 медицинских научных журналов, 200 учебников и около 15 млн страниц текста.

Еще одним проектом является внедрение решений по машинному обучению на базе Казахстанско-Британского технического университета при участии казахстанских исследователей. Целями проекта является разработка методов и платформ обработки данных системы здравоохранения с использованием методов машинного обучения [12].

Можно отметить и медицинский проект «Моё Здоровье», выполняющий разработку и внедрения высокотехнологичного мобильного приложения, призванного стать ключевым элементом экосистемы цифрового здравоохранения. Платформа направлена на кардинальное повышение приверженности пациентов лечению и предоставляет инструменты для автоматизированного мониторинга состояния здоровья.

Используя технологии искусственного интеллекта (компьютерное зрение, машинное обучение), приложение решает системные проблемы здравоохранения: несоблюдение режима терапии, риски полипрагмазии (необоснованного одновременного назначения множества лекарств), сложность дистанционного мониторинга хронических больных и отсутствие единого источника данных для врача.

Низкая приверженность лечению и отсутствие оперативного контроля за динамикой жизненных показателей у пациентов с хроническими заболеваниями ведут к снижению эффективности терапии, росту числа осложнений и увеличению нагрузки на первичное и стационарное звенья здравоохранения. Врачи первичного звена не имеют удобных инструментов для планового удаленного мониторинга пациентов, а службы скорой помощи часто сталкиваются с нехваткой критически важной информации при экстренных госпитализациях.

«Моё Здоровье» предлагает комплексное решение, которое служит связующим звеном между пациентом и системой здравоохранения с функциями:

1) Автоматизированный ввод данных: с помощью технологии OCR (оптическое распознавание символов) пациент может регистрировать показания тонометров и глюкометров, просто фотографируя экран прибора.

2) Идентификация и контроль лекарств: система распознает препараты по фото, предоставляет инструкцию, проверяет на совместимость с другими назначенными лекарствами и автоматически контролирует остаток, заблаговременно напоминая о необходимости пополнить запасы.

Интеграция медицинских услуг в системе здравоохранения РК имеет вид:

1) Инструментом для участкового врача: платформа предоставляет врачам первичного звена защищенный доступ к данным своих пациентов (с их согласия). Это позволяет в плановом порядке отслеживать соблюдение схемы лечения, анализировать динамику артериального давления и уровня глюкозы, своевременно корректировать терапию и принимать проактивные меры, не дожидаясь очного приема.

2) Критической важностью в экстренных ситуациях: при экстренной госпитализации приложение становится незаменимым источником информации для врачей. Оно предоставляет мгновенный доступ к точному списку принимаемых препаратов, истории болезни и ключевым показателям, что позволяет избежать врачебных ошибок и ускорить оказание помощи.

В итоге ключевой задачей проекта является его последующая полная интеграция в единую государственную информационную систему в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ). Это позволит создать бесшовную цифровую среду, в которой данные, собранные пациентом, будут автоматически передаваться в его электронную медицинскую карту (ЭМК). Интеграция обеспечит преемственность медицинской помощи между поликлиникой, стационаром и скорой помощью, а также предоставит государству ценные персонализированные данные для анализа эффективности лечения в здравоохранении.

Таким образом, проект «Моё Здоровье» направлен на формирование культуры ответственного отношения к здоровью, повышает эффективность лечения хронических заболеваний и снижает риски для жизни пациентов в экстренных ситуациях. Интеграция с государственной системой здравоохранения сделает его стандартным, надежным и доступным инструментом для каждого гражданина страны.

Список использованных источников:

1. Сулейкин, А. С. Методы анализа и синтез архитектуры цифровых производственных экосистем / А. С. Сулейкин: дисс. на соиск. степени канд. техн. наук. – М., 2022 – 128 с.

2. Об основных направлениях реализации цифровой повестки Евразийского экономического союза до 2025 года: Решение Высшего Евразийского экономического совета № 12, – 2017 г.

3. Об органе государственного управления в сфере цифрового развития и вопросах информатизации. https://president.gov.by/ru/documents/ukaz-no-136-ot-7-aprelya-2022-g.

4. Филимонов О. И. Экосистема как новая организационно-экономическая форма ведения бизнеса / О. И. Филимонов, Т. Г. Касьяненко, М. В. Кухта // Актуальные исследования. 2021. № 48 (75). Ч. 2. С. 31–41.

5. Цифровые технологии в бизнесе: практики и барьеры использования // Мониторинг цифровой трансформации бизнеса: М: НИУ ВШЭ. 2024 г. Выпуск № 1. 2024.

6. Смирнов Е. Н. Глобальные цифровые платформы в мировой экономике данных / Е. Н. Смирнов: Монография. – М.: РУСАЙНС, 2024. – 282 с.

7. Маркетплейс вызвал массовую миграцию продавцов // Журнал Дело. – 2024. https://delo.by/articles/life/belorusskiy_marketpleys_vyzval_massovuyu_migratsiyu_prodavtsov.

8. О состоянии и перспективах развития науки в Беларуси. Аналитический доклад / под ред. С. В. Шлычкова, В. Г. Гусакова. – Минск: ГУ «БелИСА», 2023. – 298 с.

9. Agrawal, S. Beyond hiring: How companies are reskilling to address talent gaps/ S. Agrawal, De Smet, P. Poplawski, A. Reich // McKinsey. People& Organizational Performance –21 February 2020/– Mode of access: https://www.mckinsey.com/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/beyond-hiring-how-companies-are-reskilling-to-address-talent-gaps?trk=article-ssr-frontend-pulse_little-text-block#/.

10. Cooke, M. Brandon Hall Group To Launch Study On Transforming L&D// BrandonHallGroup. – 24 June 2022. – Mode of access: https://brandonhall.com/brandon-hall-group-to-launch-study-on-transforming-ld/?trk=article-ssr-frontend-pulse_little-text-block.

11. Прохорова Т. В. Проблемы адаптивного управления цифровыми экосистемами / Т. В. Прохорова // Актуальные вопросы современной экономической науки: теория и практика. Сб. науч. ст. / Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2023. – Вып. 2. С. 206–208.

12. https://med.mcfr.kz/news/1357-tsifrovye-sistemy-na-straje-zdorovya.

Назаренко М. А., магистр,
Научный руководитель: **Кульмамиров С. А.**,
и.о.доцента, к.т.н., академик МАИН
Учреждение «Esil University», Астана

СПОСОБ СИНТЕЗА ЗВУКОВЫХ СООБЩЕНИЙ МИКРОСХЕМОЙ HOLTEK

Аннотация: Фирма Holtek за последние годы значительно расширила номенклатуру серийно выпускаемых микросхем синтеза и обработки звука. В статье рассматривается вопрос применения микросхем семейства Q-Voice фирмы Holtek для получения звуковых сигналов и их обработки в звуковом диапазоне частот. Другая микросхема HT84XXX позволяет организовать аудиовыход, настраиваемый для работы в режиме ЦАП или ШИМ.

Ключевые слова: звук, микросхема, синтез сигнала, цифровизация процесса извлечения звука.

Аңдатпа: Соңғы жылдары Holtek компаниясы коммерциялық қолжетімді аудио дабылдарды4 шамасын есептеу және өңдеу чиптерінің түрлерін айтарлықтай кеңейтті. Бұл мақалада аудиожиілік диапазондағы

даюылдарды тіркеу алу және өңдеу үшін Holtek компаниясының Q-Voice чиптерін пайдалану қарастырылған. HT84XXX микросұлбасы АСТ немесе САТ жұмыстарын жүргізу үшін конфигурацияланатын аудио бұймдарды ұсынады.

Кілт сөздер: аудио, чип, дабыл шамасын есептеу, аудионы игеру үрдісін сандық түрге ауландыру.

Abstract: In recent years, Holtek has significantly expanded its range of commercially available audio synthesis and processing chips. This article examines the use of Holtek's Q-Voice family of chips for acquiring and processing audio signals in the audio frequency range. Another chip, the HT84XXX, provides an audio output configurable for DAC or PWM operation.

Keywords: audio, chip, signal synthesis, digitalization of the audio extraction process.

Расширение функциональных возможностей бытовой техники всегда радует потребителей. Но у каждой медали есть и обратная сторона - добавление новых возможностей усложняет управление бытовыми приборами, и домохозяйкам поневоле приходится приобретать дополнительную квалификацию. А если таких устройств в доме несколько? Чтобы упростить жизнь потребителям, фирмы, производящие такую технику, оснащают свои приборы голосовым информатором или возможностью издавать мелодию или специфические звуки. Как показывает практика, такие новинки, имеют большую привлекательность для клиентов.

Например, сейчас в Индии большим спросом пользуется, разработанная местными инженерами, стиральная машина, в которой все команды дублируются голосовым сообщением. Разработчики электронных компонентов (ЭК) не остаются в стороне от новых веяний. Одним из направлений деятельности фирмы Holtek, выпускающей ЭК для бытовой техники, является выпуск микросхем для синтезирования голосовых и звуковых сообщений. Усилия инженеров фирмы Holtek были направлены на разработку новых семейств микросхем с расширенными функциональными возможностями. Результатом проделанной работы стал выпуск микросхем двух семейств Easy Voice и Magic Voice. Эти микросхемы программируются пользователем и предоставляют разработчикам дополнительную гибкость применения голосовых или звуковых сообщений в их устройствах.

В новом семействе микросхем Easy Voice пока доступна к заказу только одна, наиболее простая, микросхема HT81003. В таблице 1 представлена краткая, сравнительная характеристика микросхем этого семейства.

Таблица 1- Параметры микросхемы семейства Easy Voice™

Марка микросхемы	Напряжение питания (В)	Длительность сообщения (с)	Вид сигнала на выходе	Тип сигнала
HT81003	2,4 - 5	3	ШИМ	16DIP

HT810061	2,4 – 5	6	ШИМ	16DIP
HT810091	2,4 – 5	9	ШИМ	16DIP
HT810121	2,4 – 5	12	ШИМ	16DIP
HT810181	2,4 - 5	18	ШИМ	16DIP

Используя микросхемы семейства Easy Voice можно достаточно легко реализовать схемы воспроизведения голоса (звуков) с минимальным числом внешних компонентов. Длительность записываемого сообщения, например, для микросхемы HT81003, равна 3 секундам при частоте дискретизации 5кГц. Сообщение заказчика соответствует требованиям стандартного звукового сообщения, имеется 2 кнопки для перевода функционального назначения, вывод сообщения осуществляется флагом (FLAG) и сохраняется в масочном ПЗУ. Вся память сообщения может быть разделена на несколько независимых разделов и произвольной длительности. Причем, паузы в сообщениях не требуют дополнительной памяти.

Для воспроизведения сообщения динамик, сопротивлениями 8, 16 или 32 Ом, может быть подключен непосредственно к ШИМ выводам микросхемы или через внешний транзистор (рисунок 1). В МС семейства Easy Voice предусмотрена функция ступенчатого понижения громкости на 50%.

Малая стоимость микросхем семейства Easy Voice и возможность гибкой настройки параметров работы позволяет их использовать в большинстве приложений, требующих генерации звуковых сообщений. Например, игрушки, генераторы сигнала будильников, системы оповещения посетителей, генераторы звуковых эффектов.

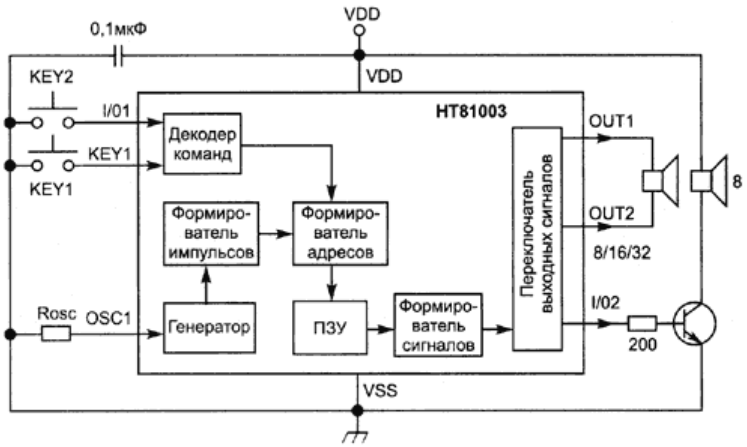


Рисунок 1 - Функциональная блок схема микросхемы HT81003

Микросхемы семейства Magic Voice (HT84XXX) значительно сложнее, чем Easy Voice, они имеют много настраиваемых функций и большой объем памяти. HT84XXX предназначены для построения схем речевых, музыкальных синтезаторов и генераторов тонального сигнала. Микросхемы позволяют настраивать параметры формирования сигнала такие как: частота дискретиза-

ции, уровень тона, темп генерации речевого сообщения или мелодии. В микросхемы семейства HT84XXX встроено 2 высококачественных выхода ЦАП с 16-ти уровневым регулятором громкости. Порядок работы микросхемы определяется командами пользователя, сохраняемыми в памяти. В состав команд пользователя входят арифметические, логические операции и операции переходов. Фактически микросхемы этого семейства являются небольшими контроллерами для синтеза речи и мелодий. Все микросхемы семейства HT84XXX имеют в своем составе: 8 управляемых портов ввода/вывода и 4 порта, работающих только на вход; двухуровневый стек; 2 программируемых 8-разрядных таймера; программируемый генератор тона. Упрощенная структурная схема этой микросхемы приведена на рисунке 2.

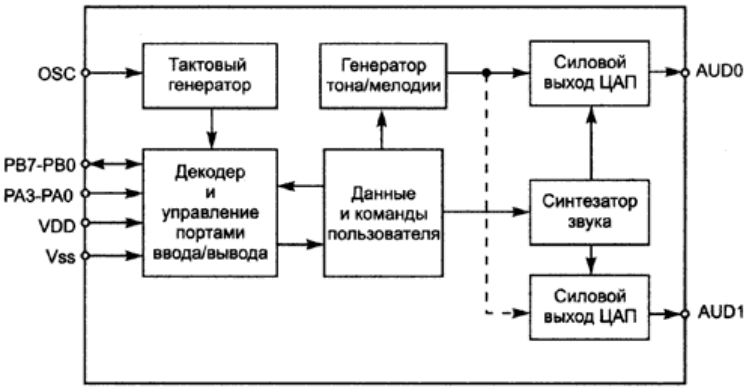


Рисунок 2 - Упрощенная структурная схема микросхем семейства Magic Voice

Синтез звукового сигнала происходит по одному из законов: 8-разрядный PCM, 6-разрядный PCM, 4-разрядный ADPCM. Исходный звуковой фрагмент может быть в формате .WAV, .PCM или сгенерирован в интегрированной среде проектирования CAD Holtek. Затем, звуковой файл преобразуется в код масочного ПЗУ микросхемы HT84XXX. Следует отметить, что формат PCM генерирует более высококачественный звук, а формат ADPCM** позволяет получить сообщение большей длительности. Синтезатор звука PCM/ADPCM позволяет настраивать частоту дискретизации сигнала от 4 кГц до 24 кГц для PCM синтезатора и от 4 кГц до 16 кГц для ADPCM синтезатора.

Встроенный, управляемый генератор тона позволяет достаточно просто синтезировать оригинальные мелодии. Основные параметры 2-х канального генератора тона: 13 ритмов, 5 октав, 18 темпов. Фрагменты мелодий, используемые для формирования кода масочного ПЗУ, могут быть в формате .MID или .MLD.

При использовании микросхем семейства HT84XXX, для генерации высококачественных звуковых сообщений, требуется минимальное число внешних компонентов (см. рисунок 3). Частота тактового генератора микросхемы задается внешним резистором, а к аналоговым выходам микросхемы AUD0 и

AUD1 могут быть непосредственно подключены буферные транзисторы структуры NPN.

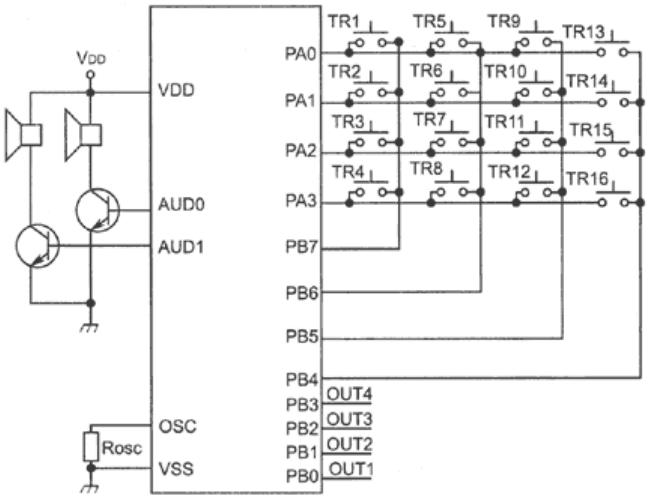


Рисунок 3 - Типовая схема включения микросхем
семейства Magic Voice с 16-ю управляющими кнопками

Микросхемы Magic Voice могут рассматриваться как универсальное решение для приложений, требующих высококачественной генерации голосовых сообщений, музыкальных фрагментов или звуковых эффектов. Например, высококачественные игры, системы оповещения, речевые синтезаторы. Фирма Holtek также выпускает микросхемы обработки звука, применяемые в музыкальных инструментах, телевизионной техники, видео CD проигрывателях и другом оборудовании. Устройство HT8970 является процессором обработки звука с эффектом эха и задержки сигнала от 30 мс до 300 мс. Микросхема HT8970 состоит из следующих функциональных блоков (рисунок 4): предварительный усилитель; VCO - генератор, управляемый напряжением; 20 Кбит статического ОЗУ; АЦП; ЦАП; блок логики, блок начальных установок. С помощью встроенного ОЗУ 20 Кбит формируется задержка входного сигнала в зависимости от сопротивления внешнего резистора, подключенного к выводу VCO.

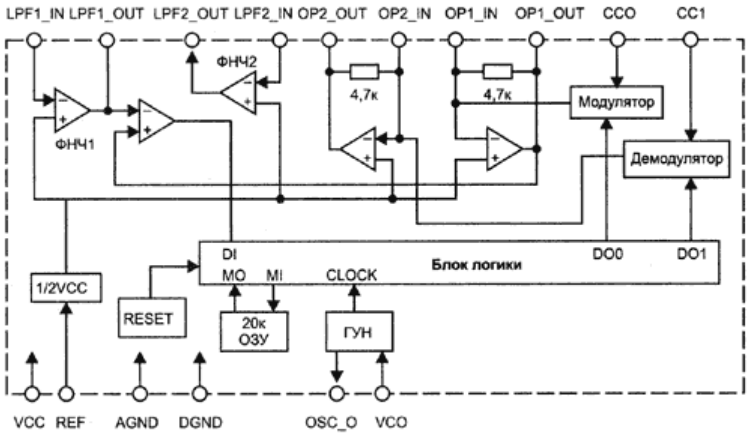


Рисунок 4 - Упрощенная структурная схема микросхемы HT8970

Применение цифрового алгоритма ADM позволило получить низкий уровень искажений сигнала (режим эха 1%, режим задержки 0.2%), большую длительность задержки (от 30 до 300 мс) и малый уровень шума (режим эха -85dB, режим задержки -90dB). Ток потребления микросхемы не более 30 мА при напряжении питания от 4.5 В до 5.5 В.

Для высококачественных приложений планируется выпуск специализированных 16-разрядных контроллеров синтеза речи. Ряд 16-разрядных контроллеров имеют одинаковый объем масочного ПЗУ для звукового сообщения, как и в семействе HT84XXX, но более мощные периферийные модули и больший объемом памяти программ и данных. Все контроллеры содержат 8-уровневый стек и часы реального времени (RTC).

Другой тип контроллера HT36A0 значительно отличается от всех ранее описанных микросхем. Программа контроллера и звуковая информация сохраняются в одном адресном пространстве 64k x 16, а звук генерируется с помощью двухканального 16-разрядного ЦАП. Универсальность микросхемы HT36A0 достигается за счет 28 двунаправленных портов ввода/вывода, 2 внутренних 16-разрядных таймеров, 8 уровневого стека.

Список использованных источников:

1. Линдсей П., Норман Д. Переработка информации у человека. М.: Мир, 1974. 546 с.

2. Huang X., Acero A. Spoken Language Processing: A Guide to Theory Algorithm, and System Development. Prentice Hall, 2001. 965 p.

3. Lyons R. G. Understanding Digital Signal Processing. Addison Wesley Pub. Co, 2006. 656 p.

4. Bracewell R. N. The Fourier Transform and its Applications. McGraw Hill, 2000. 620 p.

5. Ganchev T., Fakotakis N. Comparative evaluation of various MFCC implementations on the speaker verification task // 10th International Conference on Speech and Computer. Patras, Greece, 2005.

6. Moattar M. H., Homayounpour M. M. A e-cient real-time voice activity detection algorithm // Laboratory for Intelligent Sound and Speech Processing (LISSP), Computer Engineering and Information Technology Dept. , Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran. 24 августа 2009.

7. Nandhini S., Shenbagavalli A. Voiced/Unvoiced Detection using Short Term Processing // International Journal of Computer Applications. 2014.

8. Bachu R., Kopparthi S., Adapa B., Barkana B. Voiced/Unvoiced Decision for Speech Signals Based on Zero-Crossing Rate and Energy // Advanced Techniques in Computing Sciences and Software Engineering, 201 0. Pp. 279-282.

Алмагамбетов А.О., магистр 2 курса,
Ералы А., студент 2 курса,
Научный руководитель: **Кульмамиров С.А.**,
и.о. доцента, к.т.н., академик МАИН,
Учреждение «Esil University», г. Астана

НОВЫЙ АЛГОРИТМ О РАСПОЗНАВАНИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ РЕЧИ

Аннотация: В статье описаны форма и содержание алгоритмов систем распознавания речи. Реализация алгоритма распознавания речи основан на сравнении мелчастотных кепстральных коэффициентов выборок звуковых сигналов. Построен и исследован программный детектор речевой активности, позволяющего существенно снизить объем вычислительных ресурсов для рассматриваемой задачи.

Ключевые слова: распознавание речи, мелчастотные коэффициенты, кепстр.

Аңдатпа: Бұл мақалада сөйлеуді тану алгоритмдерінің нысаны мен мазмұны сипатталған. Сөйлеуді тану алгоритмін іске асыру дыбыстық сигнал үлгілерінің кіші жиілікті сепстральды коэффициенттерін салыстыруға негізделген. Бағдарламалық жасақтама сөйлеу белсенділігін анықтайтын құрал әзірленіп, талданады, бұл қарастырылып отырған тапсырма үшін қажетті есептеу ресурстарын айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: сөйлеуді тану, кіші жиілікті коэффициенттер, сепструм.

Abstract: This article describes the form and content of speech recognition algorithms. The implementation of the speech recognition algorithm is based on comparing the small-frequency cepstral coefficients of audio signal samples. A software speech activity detector is developed and analyzed, allowing for a significant reduction in the computational resources required for the task under consideration.

Keywords: speech recognition, small-frequency coefficients, cepstrum.

В последнее время быстрым темпом развивается технология воспроизведения человеческой речи, которая является одним из главных направлений научно-технического прогресса в цифровой технике и технологии. Эта технология призвана максимально упростить описываемые процессы в природе и существенно увеличить эффективность их организации цифровыми устройствами в виде виртуальных инструментов. Участвуя в скоростной гонке эффективности взаимодействия человека и машины, привычные нам диалоговый и графический интерфейсы постепенно отступают, уступая некоторые позиции речевому интерфейсу. Системы с речевым интерфейсом не только упрощают взаимодействие человека с различными устройствами, но и открывают

целый ряд различных возможностей: голосовая биометрия, синтез и анализ речи, обучение и образование, телефония.

Сейчас речевые технологии дошли и до домашней автоматизации, что позволяет избавиться от постоянных рутинных задач, внезапных форс-мажоров, принести удобство и комфорт в повседневный быт. Рассматривая рынок устройств для домашней автоматизации, можно выделить два класса систем:

- онлайн системы, требующие непрерывного доступа в сеть Интернет и онлайн системы, которые могут работать в автономном режиме без интернет-соединения. В настоящее время в период действия коронавирусной пандемии используются онлайн системы распознавания речи, так как интернет-технологии носят повсеместный характер. В виде примера рассмотрим функции программного комплекса с открытым исходным кодом PocketSphinx.

Недостатком PocketSphinx можно считать отсутствие в стартовом наборе функций возможности распознавания русскоязычной речи. Реализовать такой функционал возможно лишь путем изменения программного кода, что не под силу рядовому пользователю. Такое решение не может быть ориентировано на массовый рынок.

В нашей статье предпринята попытка разработки легко конфигурируемой онлайн системы распознавания речи, пригодной для запуска на компьютере, широко применяющийся для целей домашней автоматизации. Известно, что АЧХ человеческого слухового аппарата имеет нелинейный характер [1]. В связи с этим фактом использование привычных нам физических величин, таких как амплитуда и высота звука, является непродуктивной мерой.

Для решения данной проблемы были введены альтернативные единицы измерения: фон и мел.

Мел - это эмпирически полученная единица измерения высоты звука, основанная на психофизических параметрах восприятия. Фон - логарифмическая единица для оценки уровня громкости звука, учитывающая чувствительность человеческого слуха на разных частотах.

Мел удобно применять в системах анализа речи, так как его использование учитывает ряд особенностей слухового анализатора человека, делает чувствительность алгоритмов более близкой к человеческим параметрам восприятия [2]. Перевод частоты из Гц в Мелы осуществляется с помощью выражения (1), а обратное преобразование - с помощью выражения (2).

$$m = 2595 \cdot \log_{10}\left(1 + \frac{f}{700}\right) = 1127 \cdot \ln\left(1 + \frac{f}{700}\right). \quad (1)$$

$$f = 700 \cdot (10^{m/2595} - 1). \quad (2)$$

где *f* - частота, измеряемая в герцах, *m* - частота в мелах. График, демонстрирующий мелчастотную шкалу, приведен на рисунке 1.

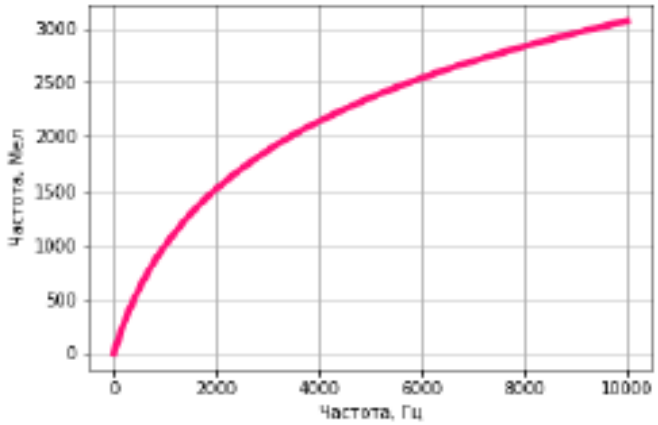


Рисунок 1 - Мелчастотная шкала

Теперь рассмотрим другой параметр для системы распознавания речи – это спектр речевого сигнала. В теории обработки сигналов под спектром понимают распределение энергии сигнала по частотам. Изучение спектра позволяет качественно оценить частотный состав сигнала [3].

Спектр звукового сигнала, согласно выражению (3), регистрируется, строится и оценивается стандартным методом дискретного преобразования Фурье (ДПФ), результат которого определяется как дискретная последовательность $X(m)$ в частотной области с N отсчетом сигнала:

$$X(m) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) exp\left(-i\frac{2\pi nm}{N}\right), \quad (3)$$

В таком случае, ДПФ представляет собой неэффективный инструмент с точки зрения использования памяти цифровой системы и ее вычислительного времени. Когда количество точек ДПФ увеличивается до тысяч значений, количество вычислительных операций крайне велико.

Устранения этой проблемы предложено Кули и Тьюки, которое сейчас именуется как быстрое преобразование Фурье (далее по тесту - БПФ), требующее в несколько раз меньшее количество вычислительных операций, чем стандартное ДПФ. При этом результат БПФ является не приближенным к ДПФ, а в точности повторяет его. Благодаря такой экономии ресурсов вычислительной системы БПФ можно реализовать на контроллерах.

Обычно, для вычисления БПФ N выбирают степенью двойки. Это необходимо для того, чтобы $N/2$ точечное ДПФ разбить на элементарные блоки по 2 отсчета, вычислить преобразование для них, а затем простой перестановкой знака поворотных множителей вычислить остальные слагаемые и собрать все синтезируемые данные воедино.

Применяется еще один параметр (утечка спектра) - это явление, заключающееся в растекании спектра по бинам преобразования (бин - интервал на

шкале частот), если частота входного сигнала в точности не равна центральной частоте одного из бинов.

Например, если частотная шкала имеет шаг в n кГц, а входящий сигнал - частоту 1.5n кГц, то возникнет утечка. Это неизбежный эффект при выполнении ДПФ реальных последовательностей конечной длины, потому что ограничение сигнала во времени – это свертка спектра идеального бесконечного сигнала со спектром прямоугольного окна. Окном называется специальная весовая функция, которая позволяет выделить некоторую часть сигнала [4]. В частности, прямоугольное окно позволяет ограничить бесконечную последовательность.

В общем случае АЧХ, ограниченной во времени косинусоиды, взвешенной прямоугольным окном, аппроксимируется функцией sinc(x):

$$X(m) = \frac{N}{2} \cdot \left[\frac{\sin(\pi k - \pi m)}{\pi k - \pi m}\right] = \frac{N}{2} \cdot \mathrm{sinc}(\pi k - \pi m) \quad . \tag{4}$$

$$sinc(x) = \begin{cases} \dfrac{\sin(x)}{x} & , x \neq 0; \\ 1 & , x = 0. \end{cases} \tag{5}$$

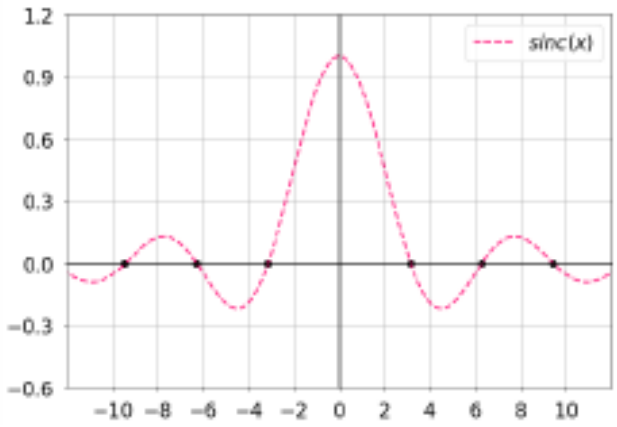


Рисунок 2 - График функции sinc(x)

Здесь функция sinc(x) есть результат преобразования Фурье прямоугольного окна (рисунок 2). Именно резкие переходы от 0 к 1 являются причиной возникновения боковых лепестков функции sinc(x). Для борьбы с утечкой, обусловленной боковыми лепестками, необходимо использовать окна, отличные от прямоугольного. Таких окон существует множество, каждое со своими достоинствами и недостатками. При выборе окна стоит искать компромисс между шириной главного лепестка, уровнем первого лепестка и скоростью убывания высоты боковых лепестков с ростом частоты.

Обычно данных, полученных при помощи спектрального анализа сигнала, недостаточно для хорошей оценки сигнала. Одним из инструментов, который помогает повысить точность анализа, является кепстр (спектр спектра). Первоначальный спектр в данном случае представляется как самостоятельный сигнал. Используя кепстры, можно получить информацию в более компактном виде, что облегчает анализ данных. Сверткой называется выражение вида:

$$f_2(t) = \int_0^t f_1(\tau) \cdot w(t-\tau) d\tau. \quad (6)$$

Свертка позволяет найти реакцию системы $f_2(t)$ при произвольном воздействии $f_1(t)$, если известная ее импульсная характеристика $w(t)$. Сигнал на выходе голосового тракта, работу которого можно интерпретировать как действие фильтра, можно представить в виде свертки:

$$f(t) = s(t) \otimes w(t). \quad (7)$$

где $s(t)$ - изначальный вид сигнала, $w(t)$ - характеристика фильтра, которая определяется параметрами голосового тракта.

Переходя в частотную область, можно получить:

$$F(\omega) = S(\omega) \cdot W(\omega). \quad (8)$$

Путем логарифмирования этого выражения перейдем к сумме:

$$\ln[S^2(\omega) \cdot W^2(\omega)] = \ln S^2(\omega) + \ln W^2(\omega). \quad (9)$$

Теперь, используя преобразование Фурье, получим окончательное выражение для кепстра будет иметь вид:

$$C(q) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \ln[F(\omega)]^2 \cdot e^{i\omega q} d\omega, \quad (10)$$

Здесь q имеет размерность времени, однако в силу проведенных преобразований это не простое время, а кепстральное. Иногда q называют сачтота (или кьюфренси).

Выше представленные выражения позволяют составить алгоритм синтеза значений мелчастотных кепстральных коэффициентов (MFCC - Mel-Frequency Cepstrum Coefficients). Эти коэффициенты позволяют выделить акустические параметры и признаки речи. Используя шкалу перевода частоты

сигнала в высоту звука в мелах, можно получить многомерные векторы признаков, которые в свою очередь передаются на алгоритмы сравнения [5].

Вычисление MFCC начинается с разбиения входящего речевого сигнала на отдельные перекрывающиеся интервалы - фреймы или кадры. Разбиение на фреймы совершается для уменьшения вычислительной сложности задачи, а перекрытия необходимы для сбора информации на границах фреймов, которую можно было бы потерять при последовательном их следовании. Как правило, длину фреймов выбирают от 20 до 40 миллисекунд, а перекрытие составляет 50%.

Для дальнейшего анализа данных необходимо произвести преобразование Фурье. Прежде чем это сделать, необходимо использовать оконную функцию для каждого фрейма, чтобы уменьшить утечку спектра и свести к минимуму разрывы сигнала. После применения оконной функции можно переходить к ДПФ, вычисляя при этом спектр мощности.

Полученные на предыдущем этапе спектральные коэффициенты накладываются на мел-частотные окна (рисунок 3), которые располагаются плотнее в диапазоне низких частот и увеличивают свое расхождение при переходе к высоким частотам. Такое расположение окон в наибольшей степени соответствует восприятию звука: чем ниже частота, тем меньше различий между соседними частотами.

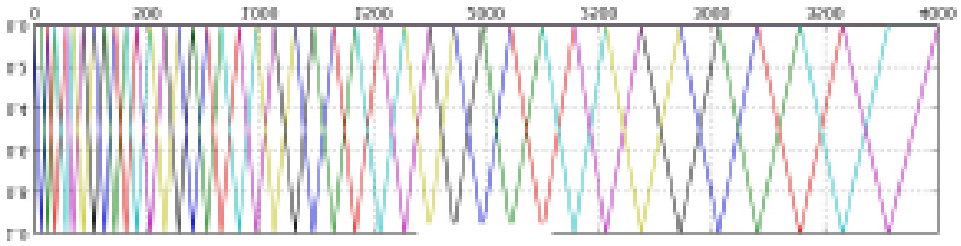


Рисунок 3 - Окна на мелшкале

Полученные мелчастотные спектральные коэффициенты говорят о том, сколько энергии сигнала попало в каждое треугольное окно. Теперь осталось только получить кепстральные коэффициенты путем взятия «спектра спектра». Обычно для этого используют дискретное косинусное преобразование:

$$a_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cos\left[\frac{\pi}{N}\left(n+\frac{1}{2}\right)k\right], \quad k \in [0, N-1]. \tag{11}$$

Все эти спектральные коэффициенты речи в итоге позволят строить детектор речевой активности (англ. Voice Activity Detector, VAD) – он представляет собой программный алгоритм, позволяющий обнаружить голосовую активность во входном акустическом сигнале, отделяя при этом активную речь от фонового шума или тишины [6]. Использование такой системы позволит

существенно сократить количество вычислительных операций, а также исключить возможность записи тишины в словарь.

Реализовать VAD возможно множеством различных способов. В ходе реализации настоящего проекта был разработан собственный алгоритм выделения речевых данных из общего аудиопотока. Для этого были использованы три различные характеристики, которые позволяют четко обнаружить периоды речевой активности:

1) краткосрочная энергия (англ. Short Term Energy, STE) - это обычная энергия, которая вычисляется для каждого фрейма отдельно. Как ранее было сказано, длина фреймов подбирается порядка 10−40 мс, так что такое название вполне оправданно. Вычислить краткосрочную энергию можно следующим образом [6]:

$$E = \sum_{m=0}^{N-1} s^2(m) \quad . \tag{12}$$

Здесь $s(m)$ - мощность m-го фрейма, N - количество фреймов. График зависимости краткосрочной энергии от номера фрейма приведен на рисунке 4.

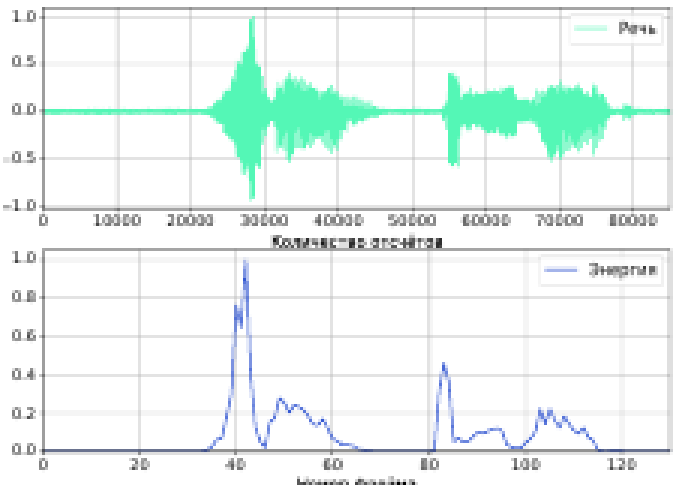


Рисунок 4 - Краткосрочная энергия речевого сигнала

2) частота пересечения нуля (англ. Zero Crossing Rate, ZCR) - эта величина показывает, сколько раз в течение фрейма сигнал меняет свой знак. Количество пересечений для функции речевого сигнала будет заметно меньше, чем у функции, описывающей шум, так как речевой диапазон характеризуется низкими частотами по сравнению с шумом [7].

Рассчитать ZCR можно по формуле [8]:

$$Z(n) = \sum_{m=1}^{N} |\mathrm{sign}[s(m)] - \mathrm{sign}[s(m-1)]|. \tag{13}$$

На рисунке 5 представлен график частоты пересечения нуля. Из рисунка видно, что, начиная примерно с 40 фрейма, значение частоты пересечения нуля падает, что говорит о наличии речевой активности.

3) Мера спектральной плоскостности (англ. Spectral Flatness Measure, SFM) - это спектральная характеристика, используемая в цифровой обработке сигналов, которая дает хорошую количественную оценку наличия речевых фрагментов в потоке аудиоданных [6].

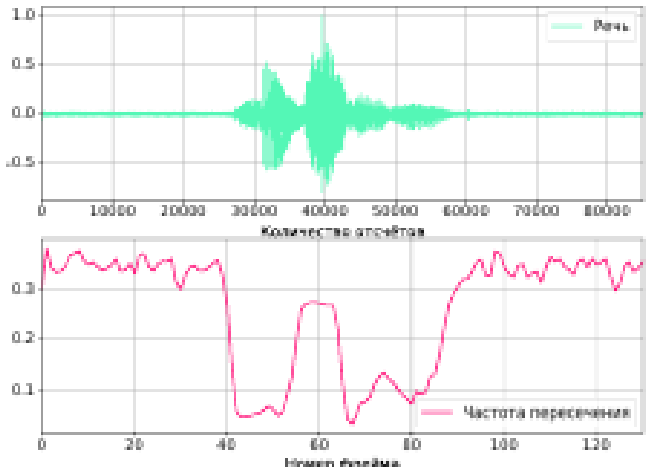


Рисунок 5 - Частота пересечения нуля

Вычислить эту характеристику можно по формуле:

$$F = 10\lg \cdot \frac{G}{A} = 10\lg \cdot \frac{\left(\prod_{m=0}^{N-1} s(m)\right)^{\frac{1}{N}}}{\frac{1}{N}\sum_{m=0}^{N-1} s(m)}, \quad (14)$$

где G и A есть среднее геометрическое и арифметическое соответственно.

Верхний предел спектральной плоскостности (приближающая к 1 без учета шкалы Дб) говорит о том, что спектр имеет одинаковое количество мощности во всем диапазоне частот, что схоже с белым шумом. График спектра в таком случае будет выглядеть относительно плоско и гладко.

Нижний предел спектральной плоскостности (близкая к 0 без учета шкалы Дб) указывает на то, что мощность сигнала сосредоточена в относительно небольшой полосе частот. В таком случае график спектра будет иметь четко выраженные пики активности.

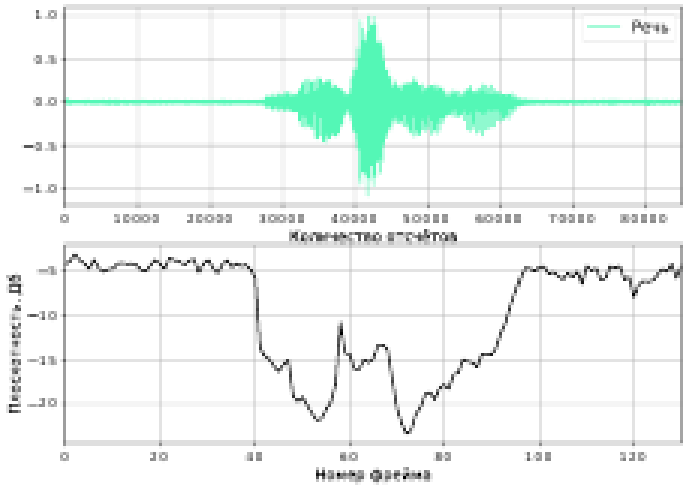


Рисунок 6 - Спектральная плоскостность речевого сигнала

Таким образом, вычисляя спектральную плоскостность для каждого фрейма можно наблюдать хорошо заметные периоды речевой активности. График спектральной плоскостности тестового речевого сигнала показан на рисунке 6. Как видно из графиков, каждая величина помогает оценить наличие речи в потоке аудиоданных.

Теперь опишем возможности и преимущества разработанного алгоритма распознавания речи. Прежде всего для упрощения вычислительной задачи и более точного наблюдения изменений сигнала производится разбиение аудиосигнала на фреймы. Разбиение длительностью 30 миллисекунд, с перекрытием 50%. Для увеличения производительности можно распределить задачу между различными процессами, каждый из которых обрабатывает свой собственный фрейм.

Следующим шагом необходимо вычислить основные характеристики для каждого фрейма: краткосрочную энергию, частоту пересечения нуля и спектральную плоскостность. Для расчета плоскостности следует рассчитать спектр для каждого кадра. Далее отбираются первые 30 фреймов, которые, как правило, являются тишиной. Для работы алгоритма появляется необходимость установить пороги срабатывания. Это единственные значения, которые устанавливаются извне.

Если значения всех трех характеристик для какого-либо фрейма превышают пороговое значение, то фрейм считается речевым и записывается в массив. В противном случае фрейм отмечается как невокализованный и отсеивается. Полученные речевые фреймы объединяются обратно в общий сигнал, который записывается в файл формата WAV.

После таких манипуляций с сигналом необходимо составить словарь речевых образцов, с которыми будет проводиться сравнение входящего сигнала. Для проверки системы были записаны различные речевые фрагменты. Запись производилась 2 раза для каждого слова, чтобы добавить некоторую энтропию

в словарь, так как невозможно повторить одно и то же слово с одинаковой интонацией, скоростью. В конечном счете длина словаря составила 20 слов. В качестве входного сигнала использовался сигнал непосредственно с микрофона, подключенного к звуковой карте.

Для сравнения двух временных рядов используется алгоритм динамической трансформации временной шкалы. На выходе этот алгоритм выдает степень подобия двух последовательностей в виде специальной переменной, значение которой записывается в массив. Чем меньше значение переменной, тем больше похожи друг на друга последовательности. Очевидно, что при сравнении двух одинаковых последовательностей, значение указанной переменной будет равно нулю. Сравнение производится со всеми доступными элементами словаря. Следующим этапом является нахождение минимального элемента массива и его индекса.

В заключении статьи отметим, что в ходе авторских исследований получены следующие результаты:

- точность распознавания речи определяется как 86%;
- точность срабатывания детектора речевой активности определилась 97%;
- время выполнения распознавания составило 2 − 4 секунды.

Алгоритмы реализованы на Python. Составленный программный комплекс пригоден для запуска на компьютерах IoT класса Raspberry Pi, широко использующихся для построения смарт систем домашней автоматизации.

Список использованных источников:

1. Линдсей П., Норман Д. Переработка информации у человека. М.: Мир, 1974. 546 с.

2. Huang X., Acero A. Spoken Language Processing: A Guide to Theory Algorithm, and System Development. Prentice Hall, 2001. 965 p.

3. Lyons R. G. Understanding Digital Signal Processing. Addison Wesley Pub. Co, 2006. 656 p.

4. Bracewell R. N. The Fourier Transform and its Applications. McGraw Hill, 2000. 620 p.

5. Ganchev T., Fakotakis N. Comparative evaluation of various MFCC implementations on the speaker verification task // 10th International Conference on Speech and Computer. Patras, Greece, 2005.

6. Moattar M. H., Homayounpour M. M. A e-cient real-time voice activity detection algorithm // Laboratory for Intelligent Sound and Speech Processing (LISSP), Computer Engineering and Information Technology Dept. , Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran. 24 августа 2009.

7. Nandhini S., Shenbagavalli A. Voiced/Unvoiced Detection using Short Term Processing // International Journal of Computer Applications (0975-8887). 2014.

Алмагамбетов А. О., магистр,
Даулеткулов А., магистр,
Научный руководитель: **Кульмамиров С. А.,**
и.о. доцента, к.т.н., академик МАИН,
Есильский университет, Астана

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТИ В ОБРАБОТКЕ РЕЧИ

Аннотация: В статье исследовано и показано, что обработка речевых сигналов зависит от обнаружения и устранения существующих аддитивных помех. Для подавления шумовой составляющей речевых сигналов предложен метод декодирования речевых сигналов с применением нейронных сетей. Разработан пошаговый алгоритм помехоподавления.

Ключевые слова: речевой сигнал, фильтрация, декодирование сигнала, энергетическая плотность речевого сигнала.

Аңдатпа: Бұл мақалада сөйлеу сигналын өңдеу қолданыстағы аддитивті кедергілерді анықтауға және жоюға байланысты екендігі қарастырылады және көрсетіледі. Сөйлеу сигналдарының шуыл компонентін басу үшін нейрондық желілерді пайдалана отырып, сөйлеуді декодтау әдісі ұсынылады. Шуды басу алгоритмі кезең-кезеңімен жасалған.

Кілт сөздер: сөйлеу сигналы, сүзу, сигналды декодтау, энергия тығыздығы.

Abstract: This article examines and demonstrates that speech signal processing depends on the detection and elimination of existing additive interference. To suppress the noise component of speech signals, a speech decoding method using neural networks is proposed. A step-by-step noise suppression algorithm is developed.

Keywords: speech signal, filtering, signal decoding, energy density.

В ИКТ всегда был актуальным вопрос о том, как обеспечить связь с большим количество абонентов с минимальным количеством каналов. Для решения этого вопроса научные сообщества вкладывают много финансовых средств в разработку и компрессии речевых сигналов, что приводит к снижению информационной емкости передаваемых по каналам телекоммуникации речевых сообщений и удешевлению услуг цифровых средств [1].

Компрессия речевых сигналов востребована в военной области и других силовых ведомствах для обеспечения закрытой информации. Следует обратить внимание на быстрый рост компьютерных сетей. При улучшении качества вокодерной речи при скоростях менее 4 кбит/с становиться возможным коммуникация по компьютерным сетям.

Разработка новых методов с низкоскоростной компрессии делает возможным создание новых приложений [2]:

- речевой пейджинг;
- автоматическая речевая справочная служба;
- военные приложения;
- речевая коммуникация по Интернет.

Современные достижения в области создания высокопроизводительных вычислительных элементов, таких как контроллеры, цифровая обработка сигналов (ЦОС) позволяют практически неограниченно совершенствовать методы и алгоритмы обработки речевого сигнала.

Целью статьи является анализ существующих методов кодирования речевого сигнала со следующими разновидностями:

- использование систем с переменной структурой;
- разработка метода кодирования с учётом обеспечения пользователя качественной голосовой связью;
- разработка математического описания и модели речевой системы;
- построение диаграмм выходного сигнала по результатам моделирования;
- влияние ошибок в параметрах системы на качество кодирования;
- синтез алгоритма кодирования на программируемой логике.

Для достижения такой цели с широкими направлениями были проведены исследования по реализации следующих задач:

- анализ существующих методов кодирования речевых сигналов;
- обобщение требований предъявляемых к эффективности методов речевого кодирования в условиях обеспечения пользователя услуг связи качественной голосовой связью;
- разработка метода наиболее в полной мере отвечающего предъявленным требованиям, с развитием методики и разработкой математического описания, для возможности анализа и моделирования метода на персональном компьютере;
- исследование влияния ошибок при передаче данных в канале на качество декодированного сигнала.

Авторами проведены исследования по применению алгоритмов кодирования речевой информации на предмет их эффективности и рационального использования в зависимости от конкретной системы передачи данных (или информационных систем в разных отраслях).

Рассматриваемая тема статьи имеет и научную новизну в виде разработки математической модели речевых алгоритмов и изучение на базе её поведения и свойств информационной системы в зависимости от характеристик передаваемых данных.

В кратком пояснении речь представляет собой колебания сложной формы, зависящей от произносимых слов, тембра голоса, интонации, пола и возраста, говорящего [2]. Спектр речи весьма широк (примерно от 50 до 10000 Гц), но для передачи речи в телефонии отказались от составляющих, лежащих за пределами полосы частот 0,3 - 3,4 кГц, что несколько ухудшило восприятие

ряда звуков (например, шипящих, существенная часть энергии которых сосредоточена в верхней части речевого спектра). Это мало затронуло разборчивость. Ограничение частоты снизу (до 300 Гц) также немного ухудшает восприятие из-за потерь низкочастотных гармоник основного тона.

В составе спектра речевого сигнала можно отметить, что уровень низкочастотных составляющих значительно выше уровня высокочастотных составляющих. Эта существенная неравномерность спектра является одним из факторов сжимаемости таких сигналов [3].

Второй особенностью речевых сигналов, является неравномерность распределения вероятностей (плотности вероятности) мгновенных значений сигнала. Малые уровни сигнала значительно более вероятны, чем большие. Особенно это заметно на фрагментах большой длительности с невысокой активностью речи. Речь формируется при прохождении выталкиваемого легкими потока воздуха через голосовые связки и голосовой тракт.

Голосовой тракт начинается от голосовых связок и заканчивается губами и в среднем имеет длину порядка 15-17 сантиметров. Голосовой тракт в силу своих резонансных свойств вносит в формируемый сигнал набор характерных для каждого человека частотных составляющих, называемых формантами и придающих голосу тембровую окраску [3].

Таким образом, процесс речеобразования можно рассматривать как фильтрацию речеобразующих трактов с изменением во времени, также с переменными параметрами характеристик сигнала (рисунок 1).

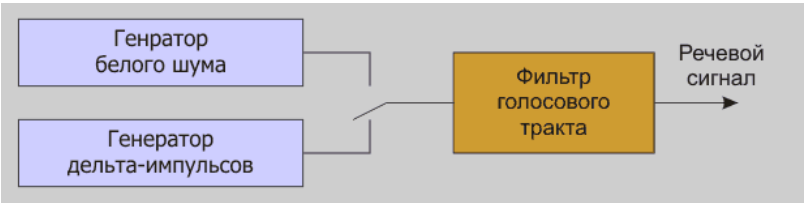


Рисунок 1.1 - Модель процесса речеобразования

Речевой сигнал обладает высокой степенью кратковременной и долговременной предсказуемости из-за периодичности вибраций голосовых связок и резонансных свойств голосового тракта. Большинство кодеров/декодеров речи и используют эту предсказуемость, а также низкую скорость изменения параметров модели системы речеобразования для уменьшения скорости кода.

Сейчас существует несколько подходов к компрессии речевого сигнала:

- кодирование формы сигнала;
- кодирование параметров источника сигнала (речевого тракта);
- кодирование элементов речи (фонем);
- кодирование лингвистических элементов (слов, фраз).

Кодирование формы сигнала позволяет достигнуть компрессии речевого сигнала, с приемлемым качеством, до 24 Кбит/с. Такое сжатие достигается применением адаптивной дифференциальной импульсно-кодовой модуляции

(АДИКМ, стандарт G.271 или G.279). По требованиям G.726, АДИКМ – являются кодеками для скоростей 40, 32, 24 и 16 кбит/с.

Таким образом, сжатие речевых сигналов на основе кодирования их формы обеспечивает в лучшем случае 2 и 3 кратное уменьшение скорости кода. Дальнейшее снижение скорости ведет к резкому ухудшению качества кодируемого сигнала. Структурная схема кодера АДИКМ представлена на рисунке 2.

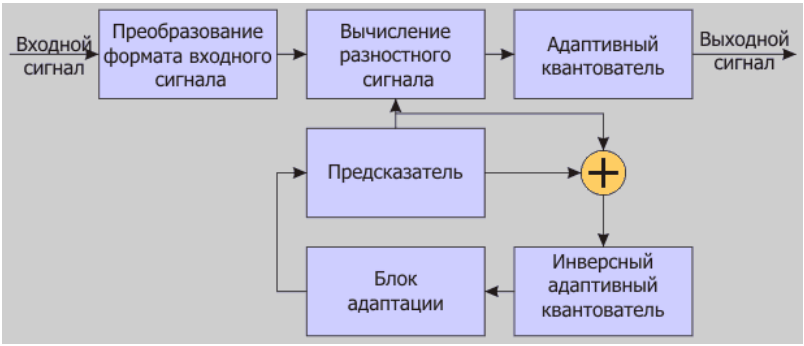


Рисунок 2 - Структурная схема кодера АДИКМ

Опишем алгоритм кодирования сигнала:

Шаг 1. Входной сигнал А (в формате μ-закона) преобразуется в сигнал линейной ИКМ.

Шаг 2. Из этого сигнала вычитается оценка сигнала.

Шаг 3. Полученная разность поступает на вход адаптивного квантователя.

Шаг 4. В квантователе вычисляется выходной сигнал кодера с величиной кодового слова 2,3,4 или 5 бит.

Шаг 5. В зависимости от настройки кодера, в инверсном адаптивном квантователе происходит обратная операция (вычисляется квантованный разностный сигнал, представляющий собой восстановленную разность входного сигнала и оценки сигнала).

Шаг 6. Теперь адаптивным линейным предсказателем и вычисленным значением восстановленного сигнала на основе некоторого количества раннее пришедших отсчетов квантованного разностного сигнала вычисляется следующий отсчет оценки сигнала (это предсказанное значение следующего отсчета входного сигнала).

Далее процесс повторяется по вышеописанному алгоритму. Структурная схема декодера АДИКМ представлена на рисунке 3.

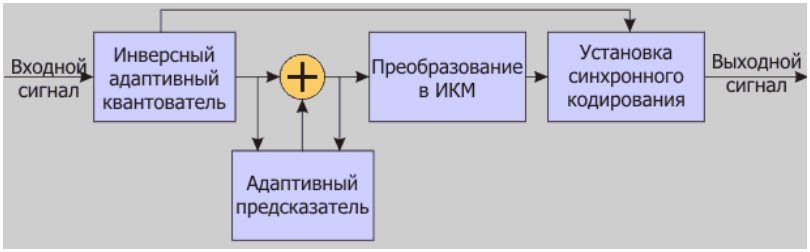


Рисунок 3 - Структурная схема декодера АДИКМ

В описанном кодере формы сигнала использовали чисто временной подход к описанию параметров сигнала. Однако возможны и другие подходы. Примером может служить кодирование поддиапазонов (Sub-Band Coding - SBC), при котором входной сигнал разбивается (или расфильтровывается) на несколько частотных диапазонов (поддиапазонов - sub-bands) и сигнал в каждом из этих поддиапазонов кодируется по отдельности, например, с использованием техники АДИКМ [4].

Близким к кодированию поддиапазонов является метод сжатия, основанный на применении к сигналу линейных преобразований, к примеру, дискретного косинусного или синусного преобразования. Для кодирования речи используется так называемая технология АТС (Adaptive Transform Coding, [4]). Достигаемые при таком кодировании скорости кодов составляют 12-16 кбит/с при вполне удовлетворительном качестве сигнала.

Следующим большим классом кодеров речевых сигналов являются кодеры источника. Кодирование параметров источника сигнала осуществляется путем вычисления параметров, описывающих передаточную функцию речевого тракта человека.

Для сегментов речи длиной примерно в 20 - 30 мс с помощью набора узкополосных фильтров определяется амплитудный спектр. Чем больше фильтров, тем лучше оценивается спектр. Сигналы с выходов фильтров детектируются, пропускаются через ФНЧ, дискретизуются и подвергаются двоичному кодированию (рисунок 4).

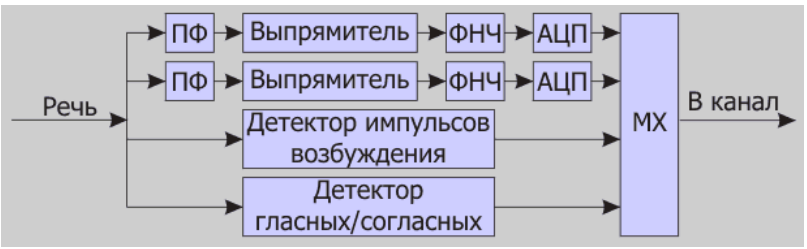


Рисунок 4 - Канальный вокодер

В итоге определяются медленно изменяющиеся параметры голосообразующего тракта. Декодер (рисунок 5), получив информацию, вырабатываемую

кодером, обрабатывает ее в обратном порядке, синтезируя на своем выходе речевой сигнал, в какой-то мере похожий на исходный.

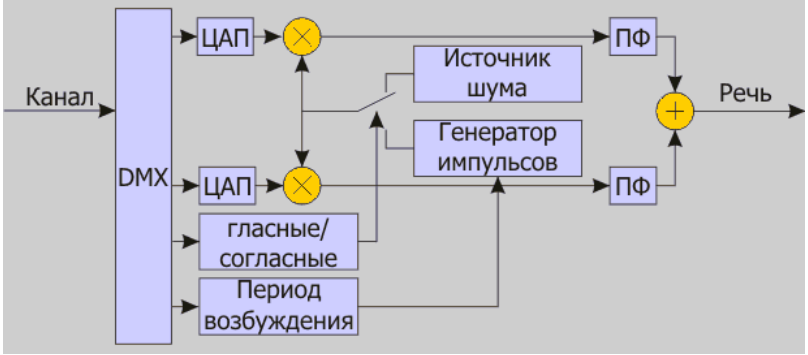


Рисунок 5 - Декодер канального вокодера

Канальные вокодеры используются там, где необходимы разборчивость и высокая степень сжатия: в военной связи, авиации, космической связи.

Проблема распознавания элементов речи заключается в построении более точных акустических моделей (модель человеческого уха и ее применение). Использование нейронных сетей более близки к поставленной проблеме. Применение нейронных сетей обусловлены следующими факторами [5]:

- способность к обучению. Это можно использовать, например, для классификации речевых образцов в категории фонем;
- обобщение. Сети не только запоминают данные обучения, скорее они «ухватывают» основную суть зависимости между входом и выходом;
- нелинейность. Сеть может строить нелинейные функции от входа;
- помехоустойчивость. Сеть устойчива к повреждениям и зашумленным входам;
- однородность. Сети предлагают вычислительные алгоритмы [6].

Таким образом, в проводимых авторами статьи исследованиях произведен анализ основных кодеков речевого сигнала. Было выяснено, что можно достигнуть предел сжатия в 2400 bits/s.

Авторы смогли формировать структуру нейронной сети, преобразующей речевой сигнал в поток фонем. Такая сеть может сформировать набор корелятов и правил, учитывающих структуру речевого сигнала. Для обучения данной сети необходимо построить методику ее обучения и сформировать обучающие шаблоны. Окончание исследований и получение научных результатов планируется к третьему кварталу 2026 года с целью составления выпускной работы по специальности «Информационные системы».

Список использованных источников:

1. Изюмов В. В. Распознавание речи на основе искусственной нейронной сети с прямой подачей речевого сигнала. М.: «Связь», 2023. 80 с.

2. Рабинер Л. Р., Шафер Р. В. Цифровая обработка речевых сигналов: Пер. с англ./ Под ред. М. В. Назарова и Ю. Н. Прохоровна. - М.: Радио и Связь, 2021. - 496 с.

3. Joe Tebelskis. Speech recognition using neural network. School of Computer Science Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania. 2017.

4. Джеймс Л. Фланаган. Анализ, синтез и восприятие речи. Пер. с англ. под ред. А. А. Пирогова - М.: Связь, 2010.

5. Галунов В. И., Викторов А. Б. Аналитический обзор по проблеме кодирования речевых сигналов. - www.auditech.ru.

Гринько М. С., студент 2 курса,
Научный руководитель: **Кульмамиров С. А.**,
и.о.доцента, к.т.н., академик МАИН,
Есильский университет, Астана

НОВЫЕ АЛГОРИТМЫ ЧАСТОТНОГО АНАЛИЗА СИГНАЛА В СРЕДЕ LABWINDOWS / CVI И LABVIEW

Аннотация: Рассмотрены возможности программ LabWindows / CVI 8.0 и LabVIEW. Такое сочетание программы дает в короткий срок отработать алгоритм частотного анализа и создать dll-библиотеку за счет сервисов при создании программного кода и средств интерфейса пользователя.

Ключевые слова: графические программы, LabWindows CVI, LabVIEW, частотный анализ, dll-библиотека, интерфейс.

Аңдатпа: LabWindows / CVI 8.0 және LabVIEW мүмкіндіктері талқыланады. Бағдарламалардың бұл үйлесімі жиілікті талдау алгоритмін жылдам әзірлеуге және код генерациялау қызметтері мен пайдаланушы интерфейсі құралдарын пайдаланып DLL кітапханасын жасауға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: графикалық бағдарламалар, LabWindows CVI, LabVIEW, жиілікті талдау, DLL кітапханасы, интерфейс.

Abstract: The capabilities of LabWindows / CVI 8.0 and LabVIEW are discussed. This combination of programs allows for rapid development of a frequency analysis algorithm and creation of a DLL library using code generation services and user interface tools.

Keywords: graphical programs, LabWindows CVI, LabVIEW, frequency analysis, DLL library, interface.

Программируемые среды LabWindows / CVI 8.0 и LabVIEW 2022 являются средствами быстрой разработки приложений пользователя в сфере систем измерения и управления. Они также ценны тем, что содержит библиотеку сложных видов математической обработки данных и регистрированных сиг-

налов. Многие средства частотного анализа высокочастотных сигналов, включая БПФ и оконную фильтрацию позволяют решать задачи анализа спектров, не прибегая к программе MATLAB.

Объединение усилий программистов по дополнению библиотеки сложных видов математической обработки LabWindows / CVI и LabVIEW было бы весьма полезно пользователям в области теории управления и телекоммуникаций [1].

Задача вычисления точного значения количества периодов и частоты регистрируемого в дискретном времени сигнала является до сих пор актуальной при спектральном анализе и цифровой обработке сигналов (рисунок 1). Частотный спектр сигнала в этом случае характеризует состав изучаемого вещества, так как каждое вещество характеризуется строго индивидуальной резонансной частотой. Частотный спектр сигнала нужно определять максимально точно, поскольку частотные линии разных веществ могут находиться весьма близко [2].

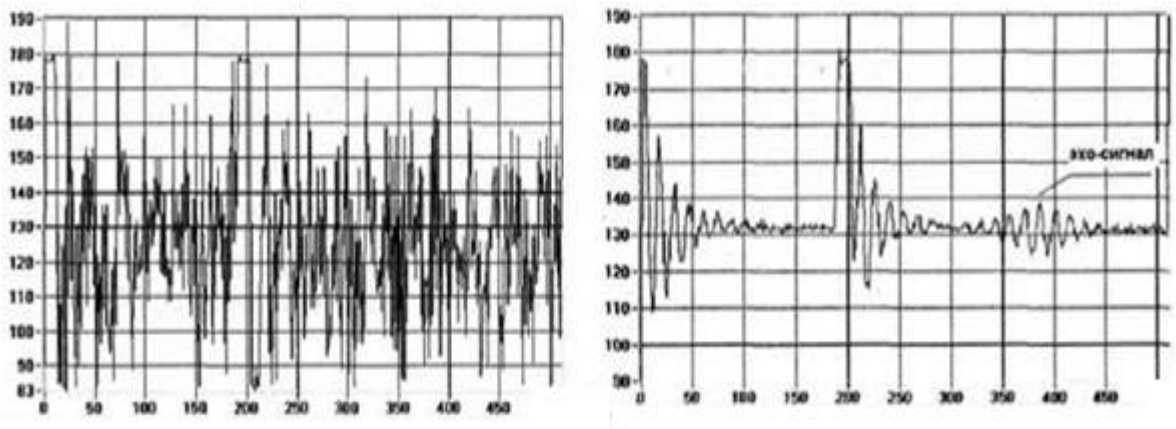


Рисунок 1 – Вид на регистрированного сигнала в телекоммуникации

Известным и широко используемым программным средством спектрального анализа является быстрое преобразование Фурье (БПФ) [3]. Результатом БПФ дискретного сигнала определенной частоты является количество периодов сигнала. Если частота отсчетов или интервал дискретности по времени при измерении сигнала известен, то по количеству периодов можно определить и частоту измеряемого сигнала. Точность определения частоты в спектре входного сигнала является вполне определенной и зависит от количества периодов p сигнала. Если количество периодов целое, то частота с помощью БПФ определяется абсолютно точно. Если же количество периодов не является целым, то появляется погрешность определения частоты. Максимальное значение погрешности равняется $1/p$.

В некоторых, практически важных случаях, например, при обработке эхо-сигналов (рисунок 1) импульсных спектрометров ядерного магнитного резонанса (ЯМР), количество периодов анализируемого сигнала принципиально

ограничено величиной около 10 [2]. В этом случае погрешность определения частоты с помощью БПФ достигает 1/10, т.е. 10%.

Непосредственное использование БПФ для зашумленного сигнала не позволяет получить точное значение количества периодов и частоты измеряемого сигнала, в частности, в том случае, когда количество периодов не является целым. Когда анализируемый сигнал занимает только часть временной области, модулирован по амплитуде и зашумлен, частотный спектр сигнала будет зашумлен тоже (рисунок 3). В этих условиях частотный анализ с помощью БПФ становится весьма трудным.

Рассмотрение задачи. Усовершенствование алгоритма БПФ с целью повышения точности определения количества периодов и частоты сигнала в условиях, когда обрабатываемый сигнал зашумлен, количество периодов не является целым, сигнал модулирован по амплитуде, количество периодов сигнала во временной области мало. Поэтому следует разработать алгоритм обработки казанных выше типов сигналов.

Описание решения задачи. Основой предлагаемого нами в [3] алгоритма является обработка массива спектра БПФ. Обработка заключается в нахождении методами оптимизации параметров аппроксимирующей зависимости для массива спектра в предложенном нами классе функций, соответствующих типичным ЯМР-спектрам наркотических и взрывчатых веществ.

Алгоритм исследован при обработке реальных сигналов в диапазоне частот от 1 до 5 МГц и в режиме компьютерного моделирования [3]. Для регистрации сигналов использовался быстродействующий NI АЦП с памятью, имеющий частоту отсчетов 50 МГц. Экспериментальные исследования показали, что исследуемый алгоритм имеет значительные преимущества при значительно зашумленном спектре и позволяет определять значения частоты с точностью порядка 1% даже в тех случаях, когда известные методы, основанные на БПФ, бессильны.

Ниже, на рисунке 2, в качестве примера, приведено окно предлагаемой нами программы и результаты обработки сигнала.

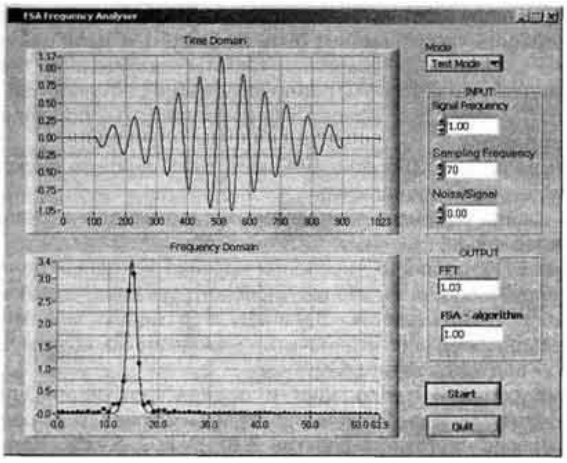


Рисунок 2 - Окно программы частотного анализа на LabVIEW

На рисунке 3 приведены результаты обработки зашумленного сигнала. Амплитуда шума превышает амплитуду сигнала в два раза.

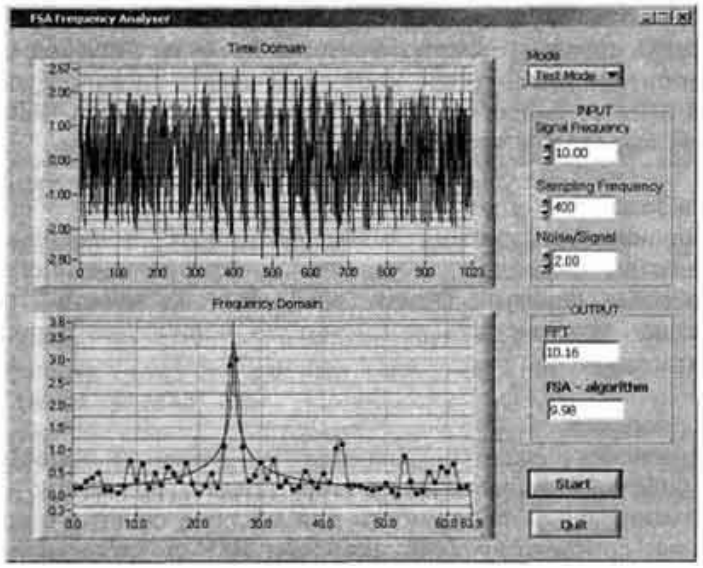


Рисунок 3 - Обработка зашумленного сигнала

Кратко поясним назначение элементов процессов управления и ввода/вывода данных с регулируемыми параметрами:

- Mode - позволяет выбрать режим работы программы;

- режимы Test Mode или Main Mode. В режиме Test Mode формирование анализируемого (т.е. представленного в виде числового массива) тестового сигнала производится в программе. В режиме Main Mode анализируемый сигнал считывается из файла;

- Noise/Signal - окно для ввода отношения шум/сигнал в режиме Test Mode;

- Signal Frequency - окно для ввода частоты сигнала в режиме Test Mode. Размерность частоты может быть любой (Гц, кГц, МГц), но она должна совпадать с размерностью частоты отсчетов, задаваемой в окне Sampling Frequency;

- Sampling Frequency - окно для ввода частоты отсчетов в режиме Test Mode и Main Mode. Размерность частоты может быть любой (Гц, кГц, МГц);

- FFT - окно для вывода значения частоты, полученной с помощью БПФ. Используется стандартный алгоритм в среде LabVIEW;

- FSA-algorithm - окно для вывода значения частоты, полученной с помощью предлагаемого алгоритма.

Предлагаемая нами программа частотного анализа сигнала реализует следующий алгоритм:

Шаг 1. Чтение из файла рабочего числового массива исходных данных $X[i]$, $i = 0, \ldots, M$; $M = 2n$, n-целое число.

Шаг 2. Выполнение БПФ рабочего числового массива исходных данных $X[i]$, $i = 0, \ldots, M$, $M = 2n$, n-целое число, и получение числового массива частотного спектра $Y[j]$, $j = 1, ..., s$, $s \leq 2n$.

Примечание. Величину s с целью минимизации времени обработки целесообразно ограничить максимально возможным ожидаемым количеством периодов сигнала $X[i]$.

Шаг 3. Выполнение сплайн-интерполяции и передискретизации для массива $Y[j]$, $j = 1, ..., s$ с увеличением количества точек массива в K раз. В результате получаем массив частотного спектра $Z(p)$, $p = 1, ..., S$, $S = s * K$. Количество точек в этом массиве больше в K раз, чем в массиве $Y[j]$.

Шаг 4. Аппроксимация числового массива $Z(p)$ специальной аналитической зависимостью $f(p)$ [3] путем нахождения численных значений коэффициентов этой зависимости: a, b, c, d методом оптимизации по алгоритму Гаусса-Зейделя с фиксированным количеством N шагов по принципу минимизации суммы квадратов отклонений функций $z(p)$ и $f(p)$:

$$\sum_{p=1}^{S} \varepsilon_p^2 = \sum_{p=1}^{S} (z(p) - f(p))^2 .$$

Шаг 5. Вычисление значения (в общем случае не целого) количества периодов в числовом массиве исходных данных $X[i]$: $Q = b / K$ и частоты: $f = Q / (dt * M)$, где dt - шаг дискретности по времени при измерении сигнала $X(t)$, вычисляется как величина, обратная частоте отсчетов при измерении, M - количество значений дискретного сигнала в массиве $X[i]$.

Точность определения основной частоты при использовании предложенного алгоритма зависит от K и N и тем выше, чем больше значения K и N.

Однако, если анализируемый сигнал зашумлен, существенное увеличение точности определения частоты происходит при увеличении K и N лишь до некоторого предела. В частности, при соотношении сигнал/шум 1/1 - 1/2, $K = 10$ и $N = 200$. Как показали наши исследования, это соотношение оказывается наилучшим выбором по критерию анализа точность / время.

Предлагаемый алгоритм позволяет получить значение частоты дискретного сигнала с точностью до 3 десятичных разрядов даже при отношении сигнал / шум к 1:1.

Алгоритм исследован в режиме компьютерного моделирования в среде LabWindows / CVI при обработке реальных сигналов в диапазоне частот от 1 до 5 МГц [3]. Для регистрации сигналов использовался быстродействующий NI АЦП с памятью (50 МГц, 2 канала, 256 Кбайт памяти).

Эта разработка предназначена для использования в системах обнаружения и идентификации ядерных веществ методами ЯМР.

Быстрому и своевременному выполнению обсуждаемой разработки способствовали возможности программ LabWindows / CVI 8.0 и LabVIEW. Такое сочетание программы дало возможность в короткий срок отработать алгоритм

частотного анализа и создать dll-библиотеку за счет сервисов при создании программного кода и средств интерфейса пользователя.

Таким образом, LabVIEW 2022 оказалась прекрасной средой для разработки приложений пользователя, поскольку позволило быстро создать исполняемую программу и допускать пополнение библиотек функций разработчиком.

Список использованных источников:

1. Пьер Бернард. Повысьте скорость ваших измерений с помощью более мощных алгоритмов. //National Instruments Instrumentation newsletter. 2000/2001.

2. В. И. Тарханов, В. С. Тутыгин Приборный комплекс для поиска и исследования сигналов ЯМР в магнитоупорядоченных веществах. // Научное приборостроение, 2003, том 13, №1, с.58-63.

3. Тутыгин В. С., Шедов С. В. Программа частотного анализа дискретного сигнала. Свид. № 2007613363 от 09.10.2007 о гос. регистрации программы.

4. Дебелова А. В., Тутыгин В. С. Программа определения точных значений количества периодов и частоты сигнала. Свид. № 2007612320 от 01.06.2007 о гос. регистрации программы.

Гринько М. С., студент 2 курса,
Научный руководитель: **Кульмамиров С. А.**,
и.о.доцента, к.т.н., академик МАИН,
Есильский университет, Астана

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИПТОГРАФИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ ЭЛЛИПТИЧЕСКИМИ КРИВЫМИ

Аннотация: Широкое распространение получили криптографические способы, базирующиеся на эллиптических кривых. Эллиптические кривые позволяют строить примеры конечных абелевых групп для решения криптографических задач. Такие группы повышают стойкость шифра. Также имеется возможность программной реализации решения вопросов криптографии. В статье рассмотрен криптографический протокол цифровой подписи на основе эллиптических кривых. Преимуществом такого протокола являются: шифрование сообщения, формирование цифровой подписи, передачу сообщения и расшифровку на стороне получателя. Осуществлен анализ криптографическая стойкость протокола. Построен график зависимости криптографической стойкости протокола от характеристики поля с построением эллиптических кривых.

Ключевые слова: криптография, криптографический протокол, эллиптические кривые, криптографическая стойкость.

Аңдатпа: Эллиптикалық қисықтарға негізделген криптографиялық әдістер кеңінен қолданыла бастады. Эллиптикалық қисықтар криптографиялық есептерді шешу үшін шекті Абель топтарының мысалдарын құруға мүмкіндік береді. Мұндай топтар шифрдың қауіпсіздігін арттырады. Криптографиялық шешімдерді бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы енгізу де мүмкін. Бұл мақалада эллиптикалық қисықтарға негізделген сандық қолтаңбаларға арналған криптографиялық хаттама талқыланады. Бұл хаттаманың артықшылықтарына хабарламаны шифрлау, сандық қолтаңбаны генерациялау, хабарламаны жіберу және алушы жағында шифрды ашу кіреді. Хаттаманың криптографиялық қауіпсіздігі талданады. Эллиптикалық қисықтарды пайдаланып, хаттаманың криптографиялық қауіпсіздігінің өріс сипаттамаларына тәуелділігін көрсететін график құрастырылған.

Кілт сөздер: криптография, криптографиялық хаттама, эллиптикалық қисықтар, криптографиялық қауіпсіздік.

Abstract: Cryptographic methods based on elliptic curves have become widely used. Elliptic curves allow one to construct examples of finite Abelian groups for solving cryptographic problems. Such groups increase the security of the cipher. Software implementation of cryptographic solutions is also possible. This article discusses a cryptographic protocol for digital signatures based on elliptic curves. The advantages of this protocol include message encryption, digital signature generation, message transmission, and decryption on the recipient's side. The protocol's cryptographic security is analyzed. A graph is constructed showing the dependence of the protocol's cryptographic security on the field characteristics using elliptic curves.

Keywords: cryptography, cryptographic protocol, elliptic curves, cryptographic security.

Сейчас с быстрым темпом растет тенденция всестороннего развития технологий и мощностей вычислительных систем высокоскоростных компьютеров. Расширяются возможности персональных компьютеров и суперкомпьютеров. Возникает необходимость модернизации существующих средств защиты информации. Криптографические протоколы, показывающие достаточную стойкость ко взлому сегодня, уже быстро взламываются хакерами.

Появляется задача построения новых протоколов с большей вычислительной сложностью для устранения и ликвидации задач взлома. Сейчас для решения этого вопроса в криптографии применяется одна из областей теории чисел и алгебраической геометрии – это теория эллиптических кривых над конечными полями. Эллиптические кривые над конечными полями доставляют неисчерпаемый источник конечных абелевых групп, которые удобны для вычислений. В криптосистеме неизвестны субэкспоненциальные алгоритмы вскрытия систем.

Целью настоящей статьи является разработать свой криптографического протокол для получения лучших результатов криптостойкости передающих сообщений по каналам телекоммуникаций. Предусмотрена возможность поддержки библиотеки больших чисел GMP [1].

Разработанное программное приложение может стать инструментом для передачи и получать сообщения с требуемой криптографической стойкостью. Приложение позволит использовать его в качестве альтернативы известным криптографическим протоколам.

Криптографические протоколы. Протокол - это распределенный алгоритм, в процессе выполнения которого два участника последовательно обмениваются сообщениями [2]. Криптографический протокол – это протокол, предназначенный для выполнения функций криптографической системы, где участники используют криптографические алгоритмы. Криптографическая система является системой обеспечения безопасности информации при ее транспортировке.

Под стойкостью криптографических систем понимают их способность противостоять атакам противника (нарушителя), который желает нейтрализовать функций безопасности, а также получение секретного ключа.

При рассмотрении протоколов передачи сообщений и цифровой подписи на основе эллиптических кривых рассматривается стойкость криптографического протокола к атакам противника. Противником в данном случае является субъект, наблюдающий за передаваемыми сообщениями для перехвата, искажения, модификации, вставки, повтора и перенаправления сообщений, блокирования функции сервисов безопасности в криптографической системе.

Функция – это сервис безопасности (защитная функция), выполняемая подсистемой безопасности. Криптографическая система обеспечивает функции безопасности криптографические протоколами.

Перечислим требования к протоколу при передаче сообщений [1-2]:

- аутентификация источника данных. Здесь подтверждается, что передаваемый документ создан именно указанным источником информации;
- обеспечение целостности данных для устранения выполнения модификации после создания документа.

Задачей аутентификации источника данных применяется схема цифровой подписи сообщения [2].

Протокол передачи сообщений на основе эллиптических кривых. Опишем разработанный протокол передачи сообщений использованием основе эллиптических кривых. Словесно по шагам представим алгоритм передачи сообщения M от пользователя A (отправителя) к пользователю B (получателю):

Шаг 1. Подписываем передаваемое сообщение цифровой подписью Шнорра [2], используя хэш-функцию Tiger [4-6];

Шаг 2. Выбираем эллиптическую кривую и точку на ней для применения в шифровании передаваемых данных (метод случайного выбора) [3];

Шаг 3. Полученное сообщение (текст в виде ASCII-кодов) представим в виде точки на эллиптической кривой (способ представления - вероятностный метод представления открытого текста) [3];

Шаг 4. К точке, полученной на шаге 3, применим систему шифрования Эль-Гамаля для эллиптических кривых [3];

Шаг 5. Откроем общий доступ к каналам телекоммуникации оценивая:

- характеристику поля;
- найденную эллиптическую кривую;
- точку, выбранную на шаге 2;
- открытый ключ отправителя сообщения;
- открытый ключ цифровой подписи;

Шаг 6. Передаем по открытому каналу связи зашифрованное сообщение;

Шаг 7. Получатель расшифровывает сообщение и удостоверяется в правильности цифровой подписи;

Шаг 8. В случае неверной цифровой подписи сообщение игнорируется.

Данный алгоритм имеет следующие свойства:

- криптографический протокол ЭЦП является системой с не доверяющими друг другу сторонами и здесь используются бесключевые хэш-функции;
- бесключевая хэш-функция Tiger не имеет патентных ограничений, имеет достаточную устойчивость к атакам, совместима с большинством современных хэш-функций, а также имеет высокую скорость работы.

Такая схема ЭЦП является одноразовой. Для формирования ЭЦП используется система шифрования с открытым ключом.

Цифровая подпись Шнорра - ассиметричная цифровая подпись с открытым ключом. Подпись имеет ряд преимуществ:

- схема основана на сложности вычисления значения логарифма в конечном поле;
- достоинством такой схемы ЭЦП является возможность выработки подписей для большого числа сообщений с одним секретным ключом;
- попытка компрометации схемы сталкивается с решением сложной математической задачи, т.е. решения показательных уравнений (вычисление значения логарифма в простом конечном поле);
- при использовании данной схемы нельзя обнаружить повторное использование случайного числа;
- введение в алгоритм простого числа позволяет сократить длину подписи.

Новый протокол использует формирование ЭЦП и позволит шифровать передаваемого сообщения на основе эллиптических кривых. Этот способ усилит криптографическую стойкость используемой системы. В итоге при перехвате сообщения злоумышленником создаются дополнительные трудности при взломе данных.

Для шифрования используется система Эль-Гамаля [5]. Система работает с менее трудоемким алгоритмом, меньшей вероятностью перехвата сообщения, большей пропускной способностью канала связи.

При выборе кривой и точки используется случайный выбор [4-5]. Для реализации криптографического протокола описанный алгоритм обладает хорошими характеристиками быстродействия.

Представление открытого текста осуществляется вероятностным методом [6]. Здесь используется алгоритм с малой вероятностью неудачи. Во всех рассмотренных алгоритмах использованы ассиметричные системы шифрования.

Проверка устойчивости протокола к атакам средствами AVISPA. Для проверки созданного протокола на устойчивость к атакам противника применен пакет AVISPA [7].

Пакет AVISPA интегрирует все современные подходы к анализу протоколов: проверка на модели, древовидные автоматы, временная логика. Имеются версии языков для описания протоколов, что расширяет классификацию изучаемых протоколов. Создаваемые протоколы интегрируются в единую платформу [1, 7].

Созданный протокол исследован в программа на языке CAS+ [7], которая описывает сеанс связи построенного протокола. Далее пакетом SPAN исследуемое программное приложение переведено в формализованный язык описания протоколов HLPSL (или язык IF). Это позволило получить результаты проверки устойчивости протокола к атакам в среде AVISPA.

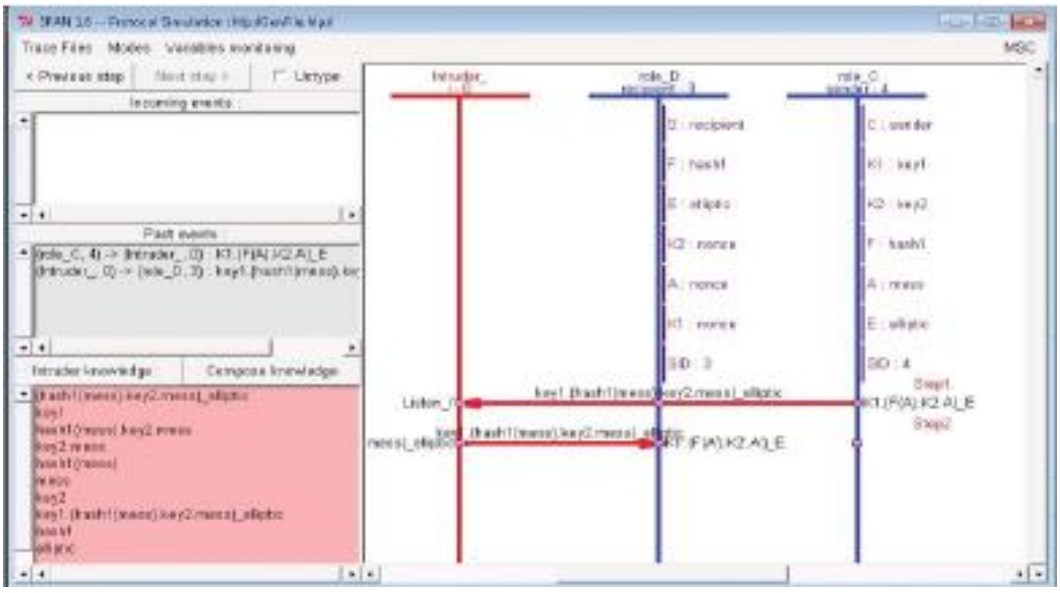


Рисунок 1 - Результат проверки протокола средствами AVISPA.
Злоумышленник (Intruder) и его знания показаны внизу слева

В результате проверки протокола имеющихся атак на протокол не найдено. Однако, злоумышленник может получить доступ к информации, если

решит задачу дискретного логарифмирования на эллиптической кривой (рисунок 1).

Анализ стойкости криптографического протокола на основе эллиптических кривых. Проведение крипто анализа недавно появившихся крипто алгоритмов является актуальной. В итоге в свое время можно анализировать и выявить, что исследуемый крипто алгоритм нестоек. Это позволит своевременно усовершенствовать протокол или заменить новым.

Таким образом, надежность ЭЦП определяется стойкостью к криптоаналитическим атакам 2 ее компонент: хэш-функции и самого алгоритма ЭЦП [8].

В исследуемом протоколе использовали хэш-функцию Tiger. Атака на Tiger-24 выявила псевдоколлизию со сложность 247 операций до взлома с применением 192-битное хэш значение [6]. Стойкость алгоритма ЭЦП для построенного протокола анализировалась стойкостью ЭЦП Шнорра, а также шифрованием по системе Эль-Гамаля на эллиптических кривых [5].

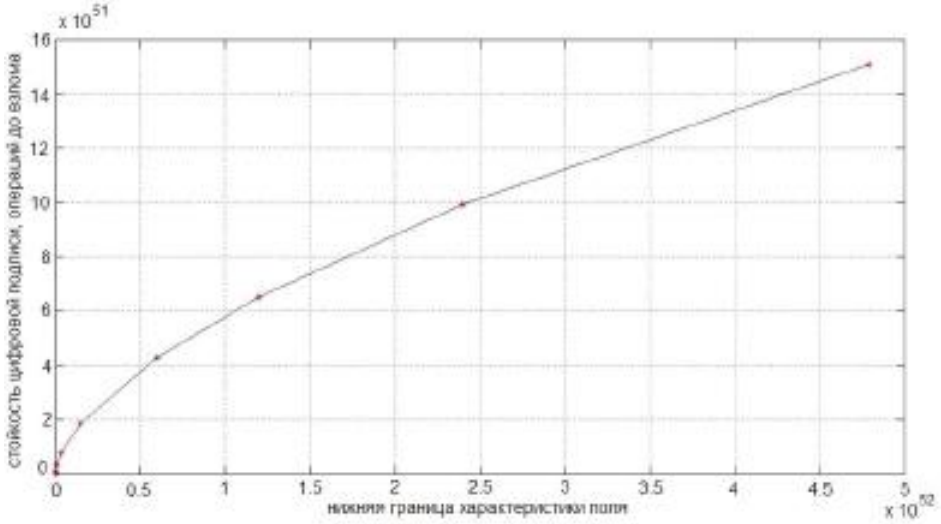


Рисунок 2 - Зависимость стойкости протокола цифровой подписи от нижней границы характеристики поля

График зависимости стойкости протокола от нижней границы характеристики поля, начиная с 160 бит, приведен на рисунке 2.

Стойкость ЭЦП Шнорра определяется сложностью решения задачи дискретного логарифмирования. Сейчас самым быстрым алгоритмом, решающим эту задачу, является алгоритм обобщенного решета числового поля [8]. При характеристике поля порядка 160 бит, стойкость составляет 1, 8*1011 операций до взлома. Следует отметить, что наиболее быстрыми алгоритмами решения задачи дискретного логарифмирования в группе точек эллиптической кривой считаются l-метод Полларда [9]. При характеристике поля порядка 160 бит стойкость составляет 1, 94*1026 операций до взлома [2, 9].

Таким образом, криптографическая стойкость построенного протокола составил 5*1051 операций до взлома. Известно, что стойкость самого близкого

алгоритмам криптографического протокола ЭЦП (ГОСТ Р 34. 10-2001) составил 1, 93*1035 операций до взлома. В настоящее время применяется схема ЭЦП с характеристикой поля 256 двоичных разрядов, ее стойкость составляет 3,02*1038 операций до взлома [10].

Список использованных источников

1. The GNU Multiple Precision Arithmetic Library. - http: //gmplib.org.
2. Черемушкин А. В. Криптографические протоколы: основные свойства и уязвимости / А. В. Черемушкин. - М.: Академия, 2009.
3. Коблиц, Н. Курс теории чисел и криптографии / Н. Коблиц. - М.: ТВП, 2001.
4. Kelsey, J. Collisions and Near-Collisions for Reduced-Round Tiger, Proceedings of Fast Software Encryption / J. Kelsey, S. Lucks. - Graz: FSE, 2006.
5. Tiger: a Fast New Cryptographic Hash Function (Designed in 1995). - http://www.cs .technion. ac.il/biham/Reports/Tiger.
6. Mendel F. Cryptanalysis of the Tiger Hash Function / F. Mendel, V. Rijmen. – Springer Berlin; Heidelberg: ASIACRYPT, 2007.
7. AVISPA - http://www. avispa-project .org.
8. Алгоритмические основы эллиптической криптографии / А. А. Болотов, С. Б. Гашков, А. Б. Фролов, А. А. Часовских. - М: МЭИ, 2000.
9. Романец Ю. В. Защита информации в компьютерных системах и сетях / Ю. В. Романец, П. А. Тимофеев, В. Ф. Шаньгин - М.: Радио и связь, 2001.
10. Бондаренко М. Ф. Сущность и результаты исследований свойств перспективных стандартов цифровой подписи X9.62- 1998 и распределения ключей X9.63- 199X на эллиптических кривых / М. Ф. Бондаренко, И. Д. Горбенко, Е. Г.Качко. // Радиотехника. – 2000 - 114. С. 15-24.

Алмаганбетов А. О., магистр,
Научный руководитель: **Кульмамиров С. А.**,
и. о. доцента, к. т. н., академик МАИН,
Есильский университет, Астана

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСХЕМЫ CHIPCORDERS ДЛЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ РЕЧИ

Аннотация: В статье исследована возможность обработки речевых сигналов цифровыми устройствами. В мобильных устройствах и портативных коммуникаторах для этой цели использованы схемы Hands Free Car Kit серии ISD5008, особенность которых заключается в программно-устанавливаемой частоте дискретизации и длительности записи. Она позволяет работать с фрагментами длительностью до 8 минут и обеспечивает как симплексный, так и дуплексный режимы записи/воспроизведения, запись речевых комментариев,

исходящих сообщений (в автоответчиках). Используемая внутренняя память полностью через SPI или Microwire интерфейсы. Также исследованы устройства фирмы Winbond марки ISD1810. Здесь подбирая номинал внешнего резистора, можно изменять частоту дискретизации (от 4 до 8 кГц) и регулировать продолжительность записи от 8 до 16 сек. Также выяснено, что диапазон применения речевых устройств семейства ChipCorder весьма широк.

Ключевые слова: речевой сигнал, голосовое управление, декомпозиция эмпирических мод, энергетическая плотность.

Аңдатпа: Бұл мақалада сандық құрылғыларда сөйлеу дабылын өңдеу мүмкіндігі қарастырылды. ISD5008 сериялы Hands-Free Car Kit құрылғылары осы мақсатта мобильді құрылғыларда және портативті коммуникаторларда қолданылады. Бұл құрылғылар бағдарламалық жасақтамамен анықталған дабылдың дискреттік жиілігі мен жазу ұзақтығына ие. Құрылғы 8 минутқа дейінгі дыбыс үзінділерін ойнай алады және қарапайым және дуплексті жазу/ойнату режімдерін, сондай-ақ дауыстық түсініктемелер мен хабарламаларды жазуды қолдайды. Ішкі жадқа толығымен SPI немесе Microwire интерфейстері арқылы қол жеткізуге болады. Winbond ISD1810 құрылғылары да қарастырылған. Сыртқы резистор мәнін реттеу арқылы дискретті жиілікті өзгертуге болатыны анықталды (4-тен 8 кГц-ке дейін) және жазу ұзақтығын 8-ден 16 секундқа дейін қолдануға болады. Сондай-ақ, ChipCorder сөйлеу құрылғыларының тұқымдасының қолданылу аясы өте кең қолданылатыны анықталды.

Кілт сөздер: сөйлеу дабылы, дауысты басқару, эмпирикалық режімді жіктеу, энергия тығыздығы.

Abstract: This article explores the feasibility of speech signal processing in digital devices. Hands-Free Car Kit ISD5008 series devices are used for this purpose in mobile devices and portable communicators. These devices feature software-defined sampling rates and recording durations. This device supports fragments up to 8 minutes long and supports both simplex and duplex recording/playback modes, as well as recording voice comments and outgoing messages (for answering machines). Internal memory is accessed entirely via SPI or Microwire interfaces. Winbond ISD1810 devices are also examined. By adjusting the external resistor value, the sampling rate can be varied (from 4 to 8 kHz) and the recording duration can be adjusted from 8 to 16 seconds. It is also found that the ChipCorder family of speech devices has a very wide range of applications.

Keywords: speech signal, voice control, empirical mode decomposition, energy density.

Микросхемы семейства ChipCorder компании Winbond Electronics являются готовыми системами записи, хранения и высококачественного воспроизведения звуковых фрагментов от 10 с до нескольких минут. Они предназначены в первую очередь для изготовления «интеллектуальных» этикеток, автоответчиков, «озвучивания» бытовой техники и игрушек, но могут быть

использованы, например, и в промышленных автоматических схемах речевого оповещения. Представление о структуре микросхемы ChipCorder дает схема, приведенная на рисунке 1.

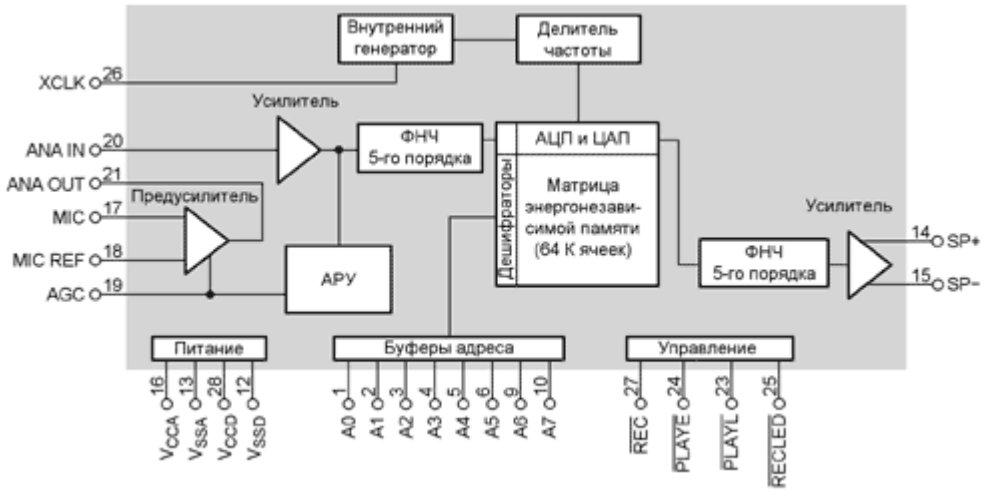


Рисунок 1 - Структура микросхемы ChipCorder

Внутри нее находятся микрофонный усилитель с системой АРУ, сглаживающий и помехоподавляющий фильтры, выходной УЗЧ и многоуровневый массив памяти. Каждая ячейка памяти способна принимать одно из 256 значений напряжения. Законченное устройство на основе такой микросхемы кроме нее самой содержит микрофон, акустическую головку, источник питания и несколько пассивных элементов. Дополнительные АЦП или ЦАП не требуются.

Для всех микросхем ChipCorder характерны следующие особенности:

- однополярное питание + 5 В, или + 3 В;
- потребляемый ток в ждущем режиме - 0,5мкА, при записи - 30 мА, во время воспроизведения - 25 мА;
- встроенный тактовый генератор;
- энергонезависимая память;
- регулируемая продолжительность записи;
- автоматический переход в ждущий режим;
- сигнализатор разрядки батареи;
- 100 000 циклов записи;
- 100 лет хранения записанных сообщений;
- DIP, SOIC и бескорпусной варианты исполнения;

Индустриальный и коммерческий интервалы рабочих температур;

В микросхеме предусмотрен режим AutoMute, обеспечивающий снижение уровня шумов во время пауз в записываемых фразах. Среди выпускаемых микросхем имеются предназначенные как для самостоятельного применения, так и для работы в системе под управлением контроллера с адресацией и

управлением записью/воспроизведением через SPI-интерфейс или последовательный интерфейс Microwire.

Обозначения микросхем ChipCorder начинаются буквами ISD, далее следуют цифры, обозначающие номер серии и продолжительность записи в секундах. Когда необходимо кнопочное управление, используются микросхемы ISD1100, ISD1200, с длительностью записи звуковых фрагментов до 10 или 12 секунд или ISD1400, рассчитанная на 16 и 20 сек.

Для управления устройством на основе этих серий необходимы 3 кнопки PLAYE, PLAYL, REC. Единовременно записывается, хранится и воспроизводится только одно сообщение. Каждое последующее записывается "поверх" старого. Имеется встроенный режим повтора, позволяющий проигрывать записанный фрагмент несколько раз. В серии ISD2500 реализовано как кнопочное, так и управление контроллерами. Приборы серии ISD2500 рассчитаны на фрагменты длительностью 32, 40, 48, 60, 64, 75, 90 и 120 с.

Для использования в микропроцессорных системах предназначена серия ISD3300. Длительность записи составляет 60, 75, 90, 120, 150, 180 и 240 сек.

Наиболее мощная на сегодняшний день серия микросхем ChipCorder это ISD4000. Для использования в мобильных телефонах, Hands Free Car Kit, портативных коммуникаторах была разработана микросхема ISD5008, особенность которой заключается в программно устанавливаемой частоте дискретизации и длительности записи. Микросхема позволяет работать с фрагментами длительностью до 8 минут и обеспечивает как симплексный, так и дуплексный режимы записи/воспроизведения, запись речевых комментариев, исходящих сообщений в автоответчиках. Внутренняя память полностью адресуема через SPI или Microwire интерфейсы.

Одна из последних разработок фирмы Winbond - это ISD1810. Можно изменять частоту дискретизации (от 4 до 8 кГц) и регулировать продолжительность записи от 8 до 16 сек. Серийно ISD1810 выпускается в бескорпусном исполнении. Для макетирования разрабатываемых устройств можно приобрести единичные образцы в корпусе DIP. Диапазон применения приборов семейства ChipCorder весьма широк.

Список использованных источников:

1. Галунов В. И., Викторов А. Б. Аналитический обзор по проблеме кодирования речевых сигналов. - www.auditech.ru.

2. Sejnowski T.J., Rosenberg C.R. 1987. Parallel networks that learn to pronounce English text. Complex Systems 1: 145-68 p.

3. Изюмов В. В. Распознавание речи на основе искусственной нейронной сети с прямой подачей речевого сигнала. 2024. 120 с.

4. Джеймс Л. Фланаган. Анализ, синтез и восприятие речи. Пер. с англ. под ред. А. А. Пирогова - М.: Связь, 1968. 260 с.

5. В. И. Галунов. Актуальные проблемы речевой акустики. - www.auditech.ru.

6. Рабинер Л. Р., Шафер Р. В. Цифровая обработка речевых сигналов: Пер. с англ./ Под ред. М. В. Назарова и Ю. Н. Прохоровна. - М.: Радио и Связь, 1981. - 496 с.

Абишева Т. Б., Мирзарахматова А. Б.,
Дуйсенбаева Д. Е., студенты 2 курса,
Научный руководитель: **Кульмамиров С. А.**,
и.о. доцента, к.т.н., академик МАИН,
Есильский университет, Астана

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ ЧИПОВ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация: Статья описывает современное состояние использования программы NI LabVIEW, а также выпуск специализированных инструментальных средств и библиотек прикладного назначения. Проведенные результаты обзора рассматриваемого направления позволяет обосновать создание путей применения программы LabVIEW в область разработки встраиваемых автоматизированных систем на базе чипов программируемой логики, микроконтроллеров и сигнальных процессоров.

Ключевые слова: LabVIEW, VHDL, ПЛИС, EM-Marine, чип, встраиваемая система, пластиковая карта, DAQ, RIO

Аңдатпа: Мақалада NI LabVIEW бағдарламасын пайдаланудың ағымдағы жағдайы, сондай-ақ қолданбалы мақсаттарға арналған арнайы құралдар мен кітапханалардың шығарылымы сипатталған. Қарастырылып отырған саланы шолу нәтижелері бағдарламаланатын логикалық микросхемалар, микроконтроллерлер және сигналдық процессорлар негізінде енгізілген автоматтандырылған жүйелерді дамыту саласында LabVIEW бағдарламасын қолдану жолдарын құруды негіздеуге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: LabVIEW, VHDL, ПЛИС, EM-Marine, чип, ендірілген жүйе, пластикалық карта, DAQ, RIO

Abstract: The article describes the current state of use of the NI LabVIEW program, as well as the release of specialized tools and libraries for application purposes. The results of the review of the area under consideration allow us to justify the creation of ways to apply the LabVIEW program in the field of development of embedded automated systems based on programmable logic chips, microcontrollers and signal processors.

Key words: LabVIEW, VHDL, FPGA, EM-Marine, chip, embedded system, plastic card, DAQ, RIO

Язык графического программирования NI LabVIEW сейчас является лидером среди своих предшественников по созданию автоматизированных систем сбора данных и управления процессами, которые нашли применение в цифровых платформах и научно-исследовательских лабораториях. Она несомненно востребована и на технологических производственных линиях, как, например, в производстве дисконтных карт в системах скидки стоимости товаров, платежных карт в банковской сфере, а также пластиковых карт, использующих в многочисленных представлениях услуг по торговле и учету товаров. Программная среда LabVIEW ежегодно совершенствуется благодаря регулярному выходу новых версий наряду с выпуском специализированных модулей, библиотек и дополонений, обусловленных пожеланиями пользователей и исследовательской деятельностью коллектива разработчиков LabVIEW. В научной среде и образование, а также техники и новых технологий LabVIEW фактически стала стандартом комплексного применения сбора данных, регистрации технологических процессов и организации обработки данных [1].

Согласно своей фундаментальной идее, среда LabVIEW позволяет инженерам, не имеющим глубоких знаний и опыта в традиционном программировании, быстро создавать сложные автоматизированные системы измерений и управления. Она также позволяет реализовать методы или идеи программирования чипов различного назначения, сохранения в них пользовательской информации, а далее посредством программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) организовать защиту записанной информации через контроллерные цифровые устройства телекоммуникации или контроллеры [2].

В своем развитии среда LabVIEW стала больше, чем просто языком программирования. Она представляет пользователю широкую гамму инструментов, которые образуют графическую платформу для проектирования или создания контрольно-измерительных систем или распространения пластиковых карт со встроенным чипом.

Разработка встраиваемых систем на базе общей платформы посредством LabVIEW позволили бурному развитию гаммы классов чипов [3] или ПЛИС, которые удобны в хранении (например, в кармане пользователя) или востребованы в обмене информации о пользователе карт со считывающими устройствами.

В области разработки программируемых встраиваемых систем платформа LabVIEW полностью перекрывает потребности 3 базовых областей применений [2]:

- программируемых логических интегральных схем (ПЛИС);
- программируемых микроконтроллеров;
- цифровых сигнальных процессоров (ЦСП).

Сегодня ПЛИС находят самое широкое применение. В течение многих лет разработчики цифрового оборудования и производственных линий используют ПЛИС в различных электронных устройствах, таких как цифровые

камеры, телевизоры, пластиковые карты с чипом, игровые приставки и даже глобальные навигационные системы [3].

Популярность данной технологии обусловлена, прежде всего, малыми размерами устройств, скоростью их работы, низким энергопотреблением и гибкостью по отношению к обновлению логики работы ядра схемы. ПЛИС представляет собой микросхему, содержащую миллионы несоединенных логических вентилей И/ИЛИ, которые с помощью специальных программных средств могут быть настроены и электрически сконфигурированы для выполнения специфических аппаратных функций.

Возможности тандемной работы среды LabVIEW и конфигурирования ПЛИС могут устроить революционный взрыв в производстве миниатюрных цифровых устройств, а также в таких поточных линиях производства, как изготовления пластиковых карт. Метод встраивания чипов внутри пластиковых карт себя вполне оправдает, если можно управлять режимом работы чипов, тем более записывать в них информацию или после считывания преобразовать ее в требуемый формат пользователя.

Таким образом, интеграция технологии реконфигурируемого ввода/вывода в среде LabVIEW переводит процесс создания виртуальных цифровых устройств (например, чипа) на совершенно новый уровень, предлагающий разработчикам более гибкие инструменты для удовлетворения требований заказчиков.

Аппаратная платформа RIO базируется на реконфигурируемой микросхеме ПЛИС, которая может быть запрограммирована из NI LabVIEW (рисунок 1). При использовании LabVIEW FPGA Module появляется возможность разработки на базе ПЛИС оптимизированной реконфигурируемой аппаратной системы прямого управления сигналами ввода/вывода. Технология RIO предоставляет возможность высокопроизводительного управления частотой ввода/вывода сигналов, их синхронизацией и логическими связями между ними.

С помощью реконфигурируемого оборудования можно самостоятельно на аппаратном уровне осуществлять настройку своей используемой системы, а также разрабатывать уникальные системы для ряда приложений, требующих точного временного тактирования, таких как цифровое и аналоговое управление, запись или считывание данных с чиповых карт, их моделирование, эмуляция цифровых протоколов.

Технология реконфигурируемого ввода/вывода, базирующаяся на платформе компании National Instruments, включает в себя PCI- и PXI-устройства сбора данных R-серии, компактную систему машинного зрения и линейку продуктов Compact RIO. При этом устройства сбора и записи данных и системы Compact RIO с встроенным контроллером применяются в приложениях записи, сбора и обработки данных с пластиковых карт в реальном времени [4].

Конфигурирование ПЛИС, входящей в состав компактной системы машинного зрения, дополняет конкретное приложение возможностями управления запуском камеры, широтно-импульсной модуляции цифровых и изолированных сигналов и реализации собственных цифровых коммуникационных протоколов, которые служат для обмена данными пластиковых карт с внешним оборудованием.

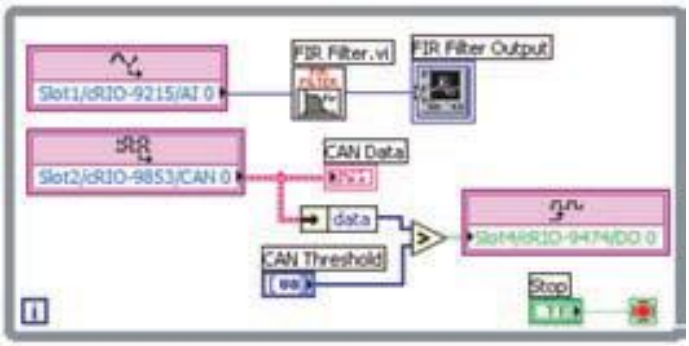


Рисунок 1 - Пример программного кода LabVIEW для ПЛИС, реализующего синхронные операции аналогового ввода/вывода и сбора данных по шине CAN

Максимальная гибкость приложений реконфигурируемого ввода/вывода достигается при использовании устройств семейства Compact RIO, сочетающих в себе все преимущества модульного оборудования с встроенным согласованием сигналов и возможностью прямого подсоединения сигналов с чипов. Линейка продуктов Compact RIO является новым решением, использующим технологию NI RIO для обеспечения высокопроизводительного ввода/вывода в сочетании с гибкостью управления временными параметрами системы обработки данных с пластиковых карт.

Встраиваемые системы Compact RIO сочетают в себе технологии реального времени и реконфигурируемого ввода/вывода. В такой системе ПЛИС с частотой работы 40 МГц и одним либо тремя миллионами логических вентилей расположена внутри шасси, служащего для установки модулей ввода/вывода, и соединена с ними по топологии «звезда», что обеспечивает возможность прямого доступа к каждому из модулей (рисунок 2).

Модули ввода/вывода содержат в себе встроенные цепи согласования сигналов, изоляции и разъемы, служащие для подсоединения датчиков и приемников сигналов, и позволяют осуществлять сбор и выдачу аналоговых сигналов с частотой до 800 кГц и цифровых с частотами до 10 МГц. Данные с ПЛИС передаются в контроллер реального времени Compact RIO по внутренней шине PCI. Этот контроллер имеет высокопроизводительный процессор, поддерживающий операции с плавающей запятой, и установленную ОС реального времени, обеспечивающую загрузку приложений LabVIEW Real-Time с

целью решения задач управления, сбора, обработки и хранения данных, а также их передачи по цифровой сети.

Продукты Compact RIO выполнены в сверхнадежном, компактном форм-факторе. Появление данной линейки в настоящее время осуществило прорыв в таких областях, как управление машинами, моделирование управляемых систем (hardware-in-the-loop – HIL), проведение бортовых измерений. Авторы статьи уверены, что такое сочетания измерительно-управляемой системы для реализации метода использования встраиваемых чипов программируемой логики внутри пластиковых карт, изготовляемой в поточной автоматизированной линии является актуальной инновационной технологией даже в мировом масштабе [5].

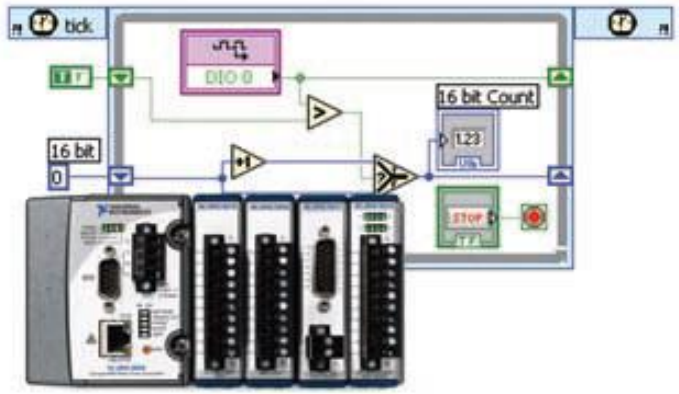


Рисунок 2 - Промышленная встраиваемая система ввода/вывода NI Compact RIO с ПЛИС

Это произойдет благодаря обеспечению LabVIEW возможностью создавать промышленные пользовательские приложения. Здесь важна роль использования достижений программируемых микроконтроллеров для автоматизированного выпуска пластиковых карт миллионными тиражами.

Новый программный модуль NI LabVIEW Embedded Development Module позволяет использовать LabVIEW для программирования встраиваемых 64-разрядных микропроцессоров. Благодаря этому теперь ученые, докторанты, магистранты, даже и бакалавры университета КазУТБ имени К. Кулажанова получают возможность разрабатывать в LabVIEW алгоритмы и модели для встраиваемых систем и прототипов с последующей их загрузкой и исполнением на процессоре.

Процесс программирования микроконтроллеров в данной среде включает в себя два этапа. Это однократное подключение к LabVIEW с помощью Embedded Project Manager средств компиляции приложений и ОС производителя микроконтроллеров. Далее – последующая разработка приложений в среде LabVIEW с возможностями автоматической трансляции, компиляции и загрузки кодов в микроконтроллер.

Использование LabVIEW Embedded Development Module предоставляет разработчикам (также и производителям пластиковых карт с чипами) все преимущества среды LabVIEW, такие как графические элементы управления и индикаторы, расположенные на передней панели приложения, и удобные средства отладки программного кода. LabVIEW Embedded Development Module включает в себя свыше 400 функций записи и считывания информации с чипа, анализа данных, обработки сигналов, линейной алгебры, аппроксимации кривых, численных методов и статистического анализа.

Помимо беспрецедентных возможностей обработки данных и сигналов непосредственно на встраиваемом микропроцессоре, новый модуль обладает набором основных средств для включения в LabVIEW специализированных драйверов ввода/вывода и сопутствующих программируемых инструментов, разработанных для конкретных моделей микропроцессоров.

Теперь инженеры и ИТ-специалисты нашего университета могут иметь возможность разрабатывать приложения для встраиваемых систем, используя LabVIEW, и осуществлять последующую автоматическую генерацию C и Python кода для интеграции собственных разработок со средствами разработки приложений или программирования чипов внутри пластиковых карт, предоставляемыми производителями микропроцессоров.

Появление NI LabVIEW Embedded Development Module представляет собой знаковую веху в решении задачи обеспечения широкого спектра пользователей доступом к самым современным технологиям изготовления электронных продуктов (пластиковых карт), дизайна, разработки, тестирования, измерений и обработки информации.

В итоге посредством интеграции средств разработки и проведения измерений в составе единой платформы, как это реализовано в среде LabVIEW, даже рядовые инженеры получат возможность существенно сократить время вывода пластиковых продукций на рынок, особенно в случае систем, содержащих программируемые компоненты.

Также можно расширить достоинства встраиваемых систем вместе с LabVIEW через предложения целый спектр средств разработки приложений для цифровых сигнальных процессоров. Разработчикам, использующим в своих приложениях процессоры различных производителей, компания NI рекомендует использовать программный продукт NI LabVIEW Embedded Development Module, позволяющий разрабатывать приложения для любых 64-разрядных микроконтроллеров, включая и цифровые сигнальные процессоры.

Рассмотрим теперь другой программный модуль – NI LabVIEW DSP Module. Он предназначен для разработки в LabVIEW приложений для таких сигнальных процессоров, как NI SPEEDY-33, а также TMS320C6713 DSK и TMS320C6711 DSK производства компании Texas Instruments (рисунок 3).



Рисунок 3 - Новое инновационное современное средство программирования цифровых сигнальных процессоров - LabVIEW DSP Module

Не выходя за рамки среды LabVIEW и используя около 100 функций обработки и анализа данных, включенных в NI LabVIEW DSP Module, можно в большей степени сосредоточиться на разработке алгоритмов и концепций работы пользовательской цифровой системы, нежели на их реализации в языках низкого уровня, таких как ассемблер или C. Данный модуль позволяет в считанные минуты организовать сбор или выдачу данных на ЦАП, АЦП или цифровые линии ввода/вывода сигналов конкретного процессора с одновременной их обработкой в режиме реального времени. Модуль адресуется в первую очередь разработчикам коммуникационных систем, аудио процессоров и систем управления приводом поточной линии производства пластиковых карт.

Однако его можно также использовать для высокоскоростной обработки сигналов, анализа их параметров, фильтрации и вычисления спектров, модуляции и демодуляции сигналов, регистрируемых с чипов внутри пластиковой карты. Наряду с перечисленными средствами разработки приложений NI предоставляет ряд специализированных библиотек, предназначенных для работы в LabVIEW с сигнальными процессорами различных производителей. Так, библиотека Analog Devices (ADI) Blackfin Test Integration Toolkit for LabVIEW позволяет использовать LabVIEW совместно с пакетом ADI's VisualDSP++ для упрощения создания систем на основе цифровых сигнальных процессоров Analog Devices семейства Blackfin. Этот пакет бесплатно поставляется вместе с комплектами программного обеспечения ADI's VisualDSP++. Он интегрируется как функциональная библиотека в LabVIEW, что формирует для исследователя или обслуживающего поточную линию производства пластиковых карт инженера в единую среду разработки, создания прототипов и проверки приложений, выполняющихся микропроцессором Blackfin.

Другой программный модуль NI LabVIEW DSP Test Integration Toolkit for Texas Instruments DSP позволяет интегрировать LabVIEW с таким средством разработки приложений для сигнальных процессоров Texas Instruments, как Code Composer Studio.

Концепция технологии виртуальных цифровых устройств (например, чипов типа EM 4100 или TK4100, HID или Proximity card) приборов базируется на предоставлении ученым и инженерам инструментария для создания своих пользовательских контрольно-измерительных устройств.

Появление устройств, в состав которых входят чипы, микроконтроллеры, сигнальные процессоры и ПЛИС, существенно расширяет возможности технологии виртуальных инструментов.

Теперь пользователи LabVIEW получат возможность разработки аппаратной части своих контрольно-измерительных систем, идеально настроенных для решения специфических задач. Например, в свете реализации нового способа появится возможность программирования режимов работы чипов, встроенных в пластиковые карты. Сегодня технологии программирования встраиваемых систем используются во многих устройствах, начиная с встраиваемых плат ввода/вывода и заканчивая системами машинного зрения и надежными промышленными системами Compact RIO.

Таким образом, предложенный авторами статьи способ использования встраиваемых чипов программируемой логики на базе LabVIEW может быть реализован через создание модели чипов пластиковых карт. Программный продукт LabVIEW со своими инструментальными средствами и библиотеками особо востребованы инженерами и экспериментаторами в области цифровой электроники и новой технологии. Проделанный в этом направлении обзор позволяет им ускорить использование миниатюрных чипов и ПЛИС в промышленной среде, а также в таком простом способе хранения информации, как пластиковые карты. Авторы уверены, что применение LabVIEW позволит инженерам и исследователям в ускоренном времени освоить область разработки встраиваемых автоматизированных систем на базе чипов программируемой логики, микроконтроллеров и сигнальных процессоров.

Список использованных источников:

1. Евдокимов Ю. К., Линдваль В. Р., Щербаков Г. И. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. – М.: ДК Пресс. 2011. – 400 с.

2. Жуков К. Г., Модельное проектирование встраиваемых систем в LabVIEW. – М.: ДМК Пресс. 2011. – 688 с.

3. Гёлль П. ПК и чип-карты. 2011. – М.: ДМК. – 144 с.

4. Гёлль П. Чип-карты. Устройство и применение в практических конструкциях. - М.: ДМК. 2012. – 176 с.

Тельжан А., 4-курс студенті,
Ғылыми жетекшісі: **Құлмамыров С. А.,**
т.ғ.к., ХИА академигі, доцент м. а.,
Есіл университеті, Астана.

ҚОЗҒАЛМАЛЫ РОБОТ ПЛАТФОРМАСЫНЫҢ БҰРЫЛУ БҰРЫШЫН ЕСЕПТЕУ

Аңдатпа: Мақалада Lego Mindstorms конструкторы негізінде жасалған роботтың маякқа қарай қозғалысын зерттеу және платформаның бұрылу бұрышын есептеу алгоритмі қарастырылған. Зерттелген мәселелер өндірістік робототехника саласындағы қозғалмалы объектілерді талдауда пайдалы. Мұндай роботтардың модульдерін бағдарламалау Mindstorms EV3 контроллерінде қарастырылады. Игерілген білім Mindstorms NXT еонтроллер иелеріне де пайдалы болуы мүмкін.

Кілт сөздер: құрастыру, басқару, робот қозғалысы, робототехника, бағдарламалау, басқару нысаны, робот шығырлары, EV3 контроллері, NXT.

Описание: В статье рассматривается исследование движения робота на основе конструктора Lego Mindstorms к маяку и алгоритм расчета угла поворота платформы. Изученные вопросы полезны при анализе движущихся объектов в области промышленной робототехники. Рассматривается программирование модулей таких роботов на контроллере Mindstorms EV3. Полученные знания могут быть полезны и владельцам контроллера Mindstorms NXT.

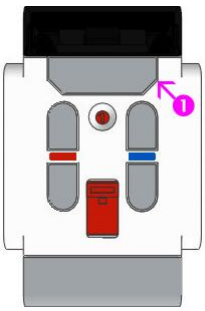
Ключевые слова: сборка, управление, движение робота, робототехника, программирование, объект управления, роботизированные шкивы, контроллер EV3, NXT.

Abstract: The article deals with the study of the movement of a robot based on the Lego Mindstorms constructor towards a beacon and the algorithm for calculating the angle of rotation of the platform. The studied issues are useful in the analysis of moving objects in the field of industrial robotics. Programming of modules of such robots is considered on the Mindstorms EV3 controller. The acquired knowledge may also be useful to owners of the Mindstorms NXT controller.

Keywords: assembly, control, robot movement, robotics, programming, control object, robot pulleys, EV3 controller, NXT.

Жұмысты сипаттамас бұрын инфрақызыл датчиктің «Маяк» режимін қарастырайық. Яғни инфрақызыл датчик пен маяктың бірлескен жұмысы зерттелді, ол «Маяк» режимі деп аталады. Бұл режимде инфрақызыл датчик маяктың инфрақызыл сәулеленуін анықтай алады және маякқа дейінгі бұрыш пен қашықтықты есептеу бағдарламасы құрылады.

Маяктан инфрақызыл толқындар шығару үшін көлденең сұр түймені басып (1-сурет) маякты үздіксіз сигнал тарату режиміне ауыстыру қажет (1-сурет, 1-позиция). Маяк жұмыс істеп тұрғанда жасыл индикатор жанады.



1-сурет – Инфрақызыл датчиктің «Маяк» режімін қосу

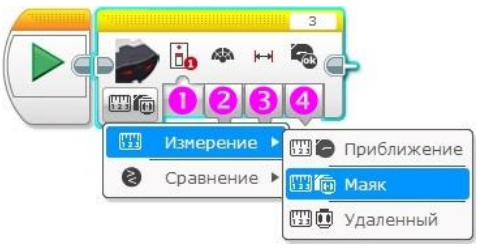
«Инфрақызыл датчик» блогы сары палитрада орналасқан. «Өлшеу» → «Маяк» мәзірінде «Өлшеу» режимін таңдаймыз (2-сурет). Бұл блоктың 1 кіріс параметрі бар – маяктың жұмыс арнасының нөмірі (2-сурет, 1-поз.), және 3 шығыс параметрі: «Бағыт» (2-поз.), «Жақындау» (3-поз.) және «Анықталды» (4-поз.).

Шамалар сипаттамасы клесідей болады:

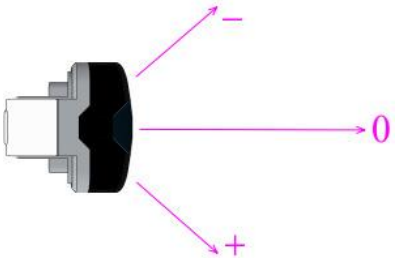
- «Анықталды» параметрі маяк табылса – «Иә», табылмаса – «Жоқ» мәнін қайтарады;

- «Жақындау» 0 – 100 диапазонында орнатылады. 0 – маяк өте жақын, 100 – алыс немесе анықталмаған;

- «Бағыт» –25-тен +25-ке дейінгі мәндерде өзгереді. 0 мәні маяктың тура қарсыда екенін білдіреді; теріс мәндер сол жаққа, оң мәндер оң жаққа бұрылғанын көрсетеді.



2-сурет – «Инфрақызыл датчик» блогының параметрлерін баптау

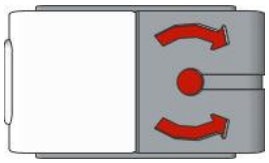


3-сурет – «Жақындау» параметрінің диапазоны

Гироскопиялық датчик және бұрылу бұрышын анықтау. Бұр жерде платформаның бұрылу бұрышы мен айналу жылдамдығын анықтау есебін қарастырайық. Бұл мақсатта Lego Mindstorms EV3 жиынтығына кіретін гироскопиялық датчик пайдаланылады (4-сурет).

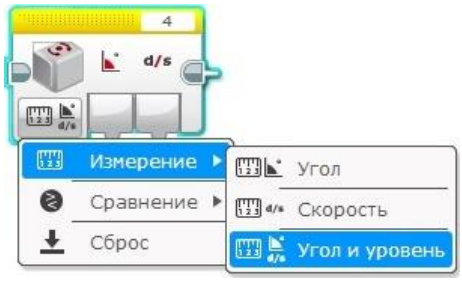
Гироскопиялық датчик роботтың бұрылу бұрышын немесе айналу жылдамдығын өлшеуге арналған. Датчик корпусында қызыл екі көрсеткі орналасқан, олар оның жұмыс жазықтығын көрсетеді. Сондықтан оны робот корпусына дұрыс орнату маңызды.

Дәл өлшеу үшін гироскопиялық датчиктің бекітілуі қатаң болуы керек. Робот түзу жүрген кезде де бұрыш пен жылдамдық өлшеуінде қателік жиналуы мүмкін, сондықтан өлшеу алдында датчик көрсеткішін нөлге келтіру қажет. Сағат тіліне қарсы бұрылу – теріс, ал сағат тілі бойымен бұрылу – оң мән береді.

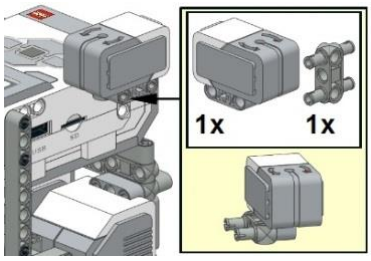


4-сурет – Гироскопиялық датчиктің жалпы көрінісі

Гироскопиялық датчик блогы да сары палитрада орналасқан (5-сурет). Оның үш жұмыс режимі бар: «Өлшеу», «Салыстыру» және «Қалпына келтіру». «Өлшеу» режімінде бұрыш, жылдамдық немесе екеуін қатар өлшеу мүмкіндігі бар. Датчик EV3 модулінің 4-портына кабель арқылы қосылады (6-сурет).



5-сурет – Гироскопиялық датчиктің өлшеу режимдері



6-сурет – Гироскопиялық датчикті робот корпусына бекіту

Қорытындысында бұл зерттеу жұмысының нәтижесінде Lego Mindstorms Education конструкторының элементтері мен датчиктерін қолдану арқылы EV3 контроллердің бағдарламалық блоктарын бапталды және олардың жұмыс режңмдерін меңгерілді.

Алынған сертификат роботтың қозғалысын пиктограммалық түрде бағдарламалау, датчик сигналдарын тіркеу және талдау, моторлар мен датчиктердің жұмыс параметрлерін реттеу дағдыларын растайды. Lego конструкторының иесі «Алғашқы қадамдар» курсын сертификатпен аяқтаса, келесі кезеңде робототехниканың танымал міндеттерін шешумен болады [6].

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Құлмамыров С. А., Әбдібекова Л. М. Mindstorms EV3 контроллерімен роботты басқару: оқу құралы. – Астана: ҚазТБУ, 2025. – 156 б.

2. Лопатин П. К. Манипуляциялық роботты белгісіз кедергілері бар ортада жылжыту алгоритмі // ХабаршыСибГАУ. – Орын. 3 (36). – 2011. – Б. 53-57.

3. Николаев А. Б., Остроух А. В. Интеллектуалды жүйелер: оқу құралы // - М .: МАДИ, 2012. – 271 б.

4. LEGO MINDSTORMS Education EV3 ортасын пайдалану жөніндегі нұсқаулық.. LEGO GROUP. 2013.

5. Лопатин П. К. Белгісіз ортада манипуляциялық роботты басқару мәселесінде модификацияланған толық санау алгоритмі // Вестник УГАТУ (Уфа мемлекеттік авиациялық-техникалық университетінің ғылыми журналы). – 2014. – Т. 18. – №1 (62). – Б. 198-203.

6. Гребенкин А. В. Микроконтроллердің енгізу-шығару қондырғылары. Робототехника сабағына арналған оқу-әдістемелік ұсыныстар / "Интерактивті ертегі" байқауының материалдар жинағы, 2017.

Нурдулла А., 4-курс студенті,
Ғылыми жетекшісі: **Құлмамыров С. А.,**
т.ғ.к., ХИА академигі, доцент м. а.,
Есіл университеті, Астана.

РОБОТТЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН EV3 КОНТРОЛЛЛЕРІМЕН БАҒДАРЛАМАЛАУ

Аңдатпа: Бұл мақалада Lego Mindstorms жинағын пайдаланып робототехника әлеміне алғашқы қадам жасайтын студенттерге арналған роботты құрастыру және басқару мәселелерінің шешімдері сипатталған. Робот қозғалысын бағдарламалауда талқыланған мысалдар Интернет желісінде кеңінен қолжетімді. Мұндай роботтарды бағдарламалау блоктары SDE ортасында талқыланады .

Түйін сөздер: басқару, робот қозғалысы, робототехника, бағдарламалау, басқару нысаны, шығырдар, EV3 контроллері, NXT.

Аннотация: В данной статье описываются решения проблем создания и управления роботом для студентов, делающих первые шаги в мире робототехники, с использованием набора Lego Mindstorms. Примеры программирования движения робота широко доступны в интернете. Блоки для программирования таких роботов рассматриваются в среде SDE.

Ключевые слова: управление, движение робота, программирование, объект управления, шкивы, контроллер EV3, NXT.

Abstract: This article describes solutions to the problems of building and controlling a robot for students taking their first steps into the world of robotics using the Lego Mindstorms kit. Examples of robot motion programming discussed are widely available on the Internet. The blocks for programming such robots are discussed in the SDE environment.

Keywords: control, robot motion, robotics, programming, control object, pulleys, EV3 controller, NXT.

Lego жинақтары туралы білу роботтың маңызды бөліктерін жіктеуден, оларды біріктіруден, негізгі блокпен танысудан және роботтың қозғалтқыштары мен сенсорларын түсінуден басталады. Жинақтың қаптамасында әртүрлі бөлшектер мен блоктар бар [1]. Бұл бөліктер қызметі жағынан мектеп оқушыларына арналған Lego Technic сериясына ұқсас [7]. Сондықтан бөліктерді түсіну оңай. Жинақтың бөлшектерін жұмыс үлгісін құрастыру немесе робот түріне қарай шамамен бірнеше санаттарға бөлуге болады:

1) 1-суретте арқалықтар деп аталатын бөліктер көрсетілген. Әдебиетте бұл бөліктерді «арқалықтар» деп атауға болады. Арқалықтар құрастырылған робот құрылымының қаңқасы немесе қаңқасы ретінде әрекет етеді;

2) бөлшектердің екінші тобы блоктармен және датчиктермен арқалықтарды бір-біріне қосу үшін қызмет етеді (2-сурет);

3) көлденең қимасы бар бөлшектер түйреуіштер деп аталады және айналмалы қозғалысты қозғалтқыштардан робот корпусында орнатылған дөңгелектер мен берілістерге беру үшін қызмет етеді;

4) Цилиндрлік бөліктер (дөңгелек қимасы бар) «түйреуіштер» деп аталады. 3-суретте көрсетілген қосылым арқалықтарды «түйреуіштер» арқылы қосудың әртүрлі нұсқаларын көрсетеді.

5) Бөлшектердің бесінші тобы «қосқыштар» деп аталады (4-сурет). Олардың негізгі артықшылықтары әртүрлі жазықтықта сәулелерді қосу, бөліктердің қосылымдарының бұрыштарын өзгерту және датчиктерді роботқа қосу мүмкіндігі;

6) Компоненттердің алтыншы тобы – «берілістер» (5-сурет). Тісті доңғалақтар қозғалтқыштардан робот құрылымының басқа элементтеріне (дөңгелектер) айналуды беру үшін арналған. Дегенмен, тісті доңғалақтарды

әртүрлі робот конструкцияларында, тіпті айналуды қамтымайтындарда да кеңінен қолдануға болады. Робот иелері күрделі механизмдер мен құрылғыларды, манипуляторларды және роботтарға арналған қозғалмалы жетектерді жобалау кезінде мұндай конструкцияларға тап болады [8].



1-сурет – Арқалықтар робот (сәуле)



2-сурет – элементтері бараркалықтардың бір-біріне, блоктарға немесе сенсорларға қосылуы



3-сурет - түйреуіштермен байланыстырушы арқалықтар



4-сурет - Қосқыштар



5-сурет - Беріліс



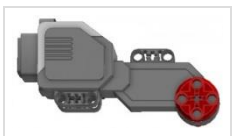
6-сурет - Доңғалақ түрлері

7) Енді құрастырылған роботтың кеңістіктегі қозғалысы құрылыс жинағында ұсынылған әртүрлі дөңгелектер мен жолдармен қамтамасыз етілген деп болжауға болады (1.6-сурет).

8) Сегізінші топ бөлшектері робот жинағын безендіру үшін қажет (1.7-сурет). Олардың көмегімен құрылысшы роботты өз қалауы бойынша безендіре алады немесе оған ерекше көрініс бере алады. Lego құрылыс жинағының негізгі элементтерінің бірі екі үлкен қозғалтқыш болып табылады (1.8-сурет). Мотор роботтың қуат элементі ретінде әрекет етеді. Үлкен қозғалтқыштар роботтың жерде қозғалуына мүмкіндік беретін айналуды дөңгелектерге беру үшін қолданылады (яғни, адамның аяғы ретінде әрекет етеді).

Құрылыс жинағына кіретін ортаңғы қозғалтқыш (1.9-сурет) роботтың әртүрлі қондырмалары (тырнақтар, ұстағыш модульдер және әртүрлі манипуляторлар) үшін трансляциялық және айналмалы қозғалысты қамтамасыз етеді. Мысалы, ортаңғы қозғалтқыш адам қолының қозғалысын ауыстырады. Құрылыс жинағына кіретін датчиктер роботқа өз қызметін атқаратын және бағдарламаланған траектория бойынша қозғалатын сыртқы ортаның жай-күйі туралы қажетті ақпаратты жинауға мүмкіндік береді (1.10-сурет).







7-сурет – Құрылымның сәндік бөлшектері

8-сурет – Робот қозғалтқыштары

9-сурет – Орташа робот блогы



10-сурет – Робот сенсорлық жинақтары



11-сурет – EV3 сандық кірпіш

Осылайша, мұндай конструктордың негізгі міндеті роботты (оның оқу элементтерін) уақыт деректері мен тәуелділіктерін жазуға, сондай-ақ сыртқы орта туралы сенсорлық деректерді талдауға бейімдеу болып табылады. Роботтың бұл интеллектуалды қасиеттері оның контроллерлеріне басқару сигналдарын жасауға мүмкіндік береді. Содан кейін бұл сигналдарды орындау үшін командалар ретінде қозғалтқыштарға бағдарламалы түрде жіберуге болады.

Роботтың талданатын және басқару құрылғысының өзегі EV3 негізгі цифрлық блогы болып табылады (1.11-сурет). Бұл блок роботтың бағдарламаланатын «миы» қызметін атқарады. Блок сенсорлардан ақпаратты қабылдайтын, көп арналы деректер ағындарын талдайтын және өңдейтін және басқару пәрмендерін робот жетектеріне - әртүрлі қуаттағы қозғалтқыштарға жіберетін заманауи бағдарламаланатын логикалық қақпа массивтерін (FPGA) қамтиды [1].

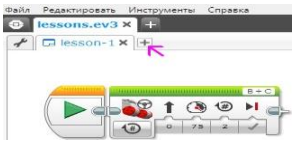
Lego Mindstorms EV3 бағдарламалау ортасы робот жетектерін және оның алдын ала белгіленген траектория бойынша қозғалысын басқару үшін пайдаланылады. Мысалы, робот арба жетектерге өз бетінше пәрмендер беру арқылы бағдарламаланған қозғалысты орындай алады. Lego Mindstorms EV3 бағдарламалау ортасын LME-EV3-WIN32-RU-01-01-full-setup [2] мұрағатталған орнату файлы арқылы компьютерге орнатуға болады.

Жүктеп алу файлы компьютеріңізге сәтті орнатылғаннан кейін, Бастау → Барлық бағдарламалар → Lego Mindstorms Education EV3 қалтасына өтіп, Lego Mindstorms Education EV3 файлын іске қосыңыз. Енді жұмыс істеп тұрған бағдарламаның негізгі терезесінде бұрын жасалған сабақтар.ev3 жобасын жүктеуге болады (12-сурет). Содан кейін Lab 2-1 бағдарламасын келесі екі жолмен қосыңыз:

- «Файл» - «Программа қосу» командасын таңдау (Ctrl+N);
- бағдарламалар қойындысындағы «+» пернесін басыңыз.

Енді біз робот палитраларын, бағдарлама блоктарын, жұмыс режимдерін және блок параметрлерін сипаттайтын боламыз. 01 жобасын меңгеру кезінде роботтың қозғалыс әрекеттерін бағдарламалау ортасының төменгі бөліміндегі элементтерді пайдалана отырып орындауға болады. Бұл бөлімде робот блоктарын бағдарламалауға арналған командалар бар. Бағдарламаның

дизайны құрылған жоба элементтерін бағдарлама блоктарына топтастырудың өзіндік тәсілін пайдаланады.



12-сурет – Жүктеменің жалпы көрінісі, жобасы мен сабақтары



13-сурет - Көрініс палитрасы: әрекет блоктары

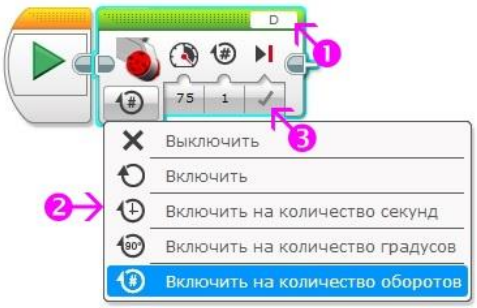
Әр топқа түстер беріледі. Бұл топтар Lego Mindstorms ортасында палитралар деп аталады. Жасыл палитра «Әрекет» деп аталады (1.13-сурет). Жасыл палитрада робот элементтерін көрсететін келесі белгішелер бар:

- бағдарламалық қозғалтқышты басқару блоктары;
- экранның шығыс блогы;
- модуль күйінің индикаторының басқару блогы.

Жасыл палитрадағы бірінші бағдарламалық блок орташа қозғалтқышты басқаруға арналған, ал екінші блок үлкен қозғалтқышты басқаруға арналған. Бұл блоктардың параметрлері бірдей болғандықтан, «Үлкен қозғалтқыш» параметрін зерттеу қызықты (14-сурет).

Үлкен қозғалтқыш үшін басқару блогын дұрыс конфигурациялау үшін келесі қадамдарды орындау керек:

- қозғалтқыш қосылған портты таңдау (A, B, C, D, 14-сурет, 1-позиция);
- қозғалтқыштың жұмыс режимін таңдау (2-позиция);
- таңдалған режимнің параметрлерін реттеңіз (3-позиция).



14-сурет - Үлкен мотор блогын орнату процедурасы

Қозғалтқыштың жұмыс режимдерін сипаттайық:

- «Қосу» режимі – көрсетілген «Қуат» параметрі бар қозғалтқышты қосады және басқаруды келесі бағдарлама блогына береді. Қозғалтқыш «Өшіру» режимінде тоқтағанша немесе «Үлкен мотор» блогында бағдарламаны орындаудың басқа параметрлері болғанша айналуын жалғастырады;
- «Секундтар бойы қосу» режимі – белгіленген секундтар санына белгіленген қуатта үлкен қозғалтқышты қосады. Осы уақыттан кейін қозғалтқыш тоқтап, бағдарлама келесі бағдарлама блогына өтеді;

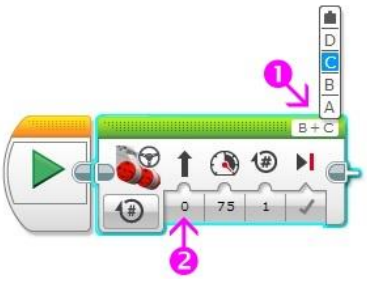
«Дәрежелер үшін қосу» және «Төңкерістерге қосу» режимдерінде қозғалтқыш дәл осылай әрекет етеді. Қозғалтқыш белгіленген айналымға жеткеннен кейін ғана ол тоқтайды, ал бағдарлама басқаруды келесі блокқа жылжытады.

Блок параметрлерінің жүргізілген зерттеулері келесі сорттарды көрсетті:

- «Қуат» параметрі -100-ден 100-ге дейінгі мәндерді қабылдай алады (14-суретте бұл параметр 75-ке орнатылған). Оң қуат мәндері қозғалтқыштың сағат тілімен айналуын тудырады, ал теріс мәндер сағат тіліне қарсы бұрылады. 0 қуат мәні қозғалтқыштың айналмайтынын білдіреді; жоғары қуат мәндері қозғалтқыштың жылдам айналуына әкеледі. «Қуат» параметрін тек бүтін мәндер ретінде орнатуға болады; басқа параметрлер (секундтар, градустар және айналымдар) ондық мәндерді қабылдай алады. Дегенмен, қозғалтқыштың ең төменгі айналу өсімі бір градус екенін есте ұстаған жөн.

- «Соңында тежеу» параметрі қосарлы әсер етеді: «Тежеу» күйіне қойылса, команда орындалғаннан кейін қозғалтқышты тежеуге мәжбүр етеді; «Жағалау» күйіне орнатылса, робот өздігінен тоқтағанша қозғалтқыш жағалайды.

Келесі екі бағдарламалық блок, «Руль» және «Тәуелсіз қозғалтқышты басқару» үлкен қозғалтқыштар жұбын басқаруды жүзеге асырады. Әдепкі бойынша, сол жақ үлкен қозғалтқыш «B» портына, ал оң жақ қозғалтқыш «C» портына қосылған. Мотор блогының параметрлеріндегі қосылым порттарын роботтың дизайн талаптарына сәйкес өзгертуге болады (15-сурет, 1-позиция).

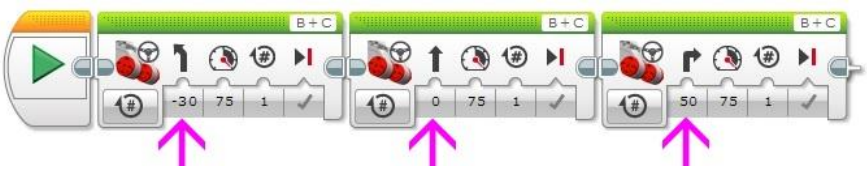


15-сурет - Үлкен қозғалтқыштарды порттарға қосу

«Рульдік басқару» параметрі (15-сурет, 2-позиция) келесі позициялар үшін -100-ден 100-ге дейінгі мәндерді қабылдай алады:

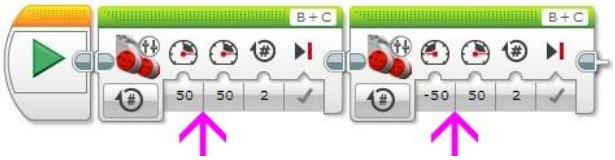
- параметрдің теріс мәндері роботты солға бұруға мәжбүр етеді;
- егер мән 0 болса, робот түзу қозғалады;
- оң мәндер роботты оңға бұрады.

Сандық параметрдің үстіндегі көрсеткі мәнге байланысты оның бағытын өзгертеді, осылайша роботтың қозғалыс бағытын көрсетеді (16-сурет).



16-сурет - «Рульдік басқару» блогының параметрлерінің сандық мәндері

«Тәуелсіз қозғалтқышты басқару» блогының параметрлері «Рульдік басқару» блогының параметрлеріне ұқсас. Ол сондай-ақ екі үлкен қозғалтқышты басқарады, бірақ «Рульдік басқару» параметрінің орнына әрбір қозғалтқыштың қуатын тәуелсіз басқаруға мүмкіндік береді. Егер «Қуат» параметрі сол және оң қозғалтқыштар үшін бірдей мәнге орнатылса, робот түзу сызықпен қозғалады. Мысалы, бір қозғалтқышқа теріс қуат мәні (мысалы, -50) және екіншісіне оң қуат мәні (мысалы, -50) қолданылса, робот орнына айналады (17-сурет). Бұл блоктардың жұмыс режимдері бір моторлы режимге ұқсас.



17-сурет-«Тәуелсіз қозғалтқышты басқару» блогының параметрлері

Экран, дыбыс, модуль күйінің көрсеткіші. «Экран» бағдарламалау блогы EV3 кірпішінің СКД экранында мәтіндік немесе графикалық ақпаратты көрсетуге мүмкіндік береді (18-сурет). Бұл EV3 кірпіш режимі робот блоктарын бағдарламалау кезінде маңызды практикалық әсерлерге ие:

1) бағдарламаны бағдарламалау және жөндеу кезеңінде роботтың қозғалысы кезінде сенсор күйінің ағымдағы көрсеткіштері экранда көрсетіледі;

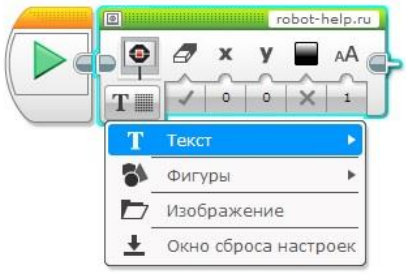
2) экранда бағдарламаны орындаудың аралық кезеңдерінің атаулары көрсетіледі;

3) EV3 кірпішінің стандартты графикасын пайдаланып, оның экранын «анимациялауға» болады. Мысалы, роботтың күйін көрсететін анимациялар мен мультфильмдерді іске қосу арқылы.

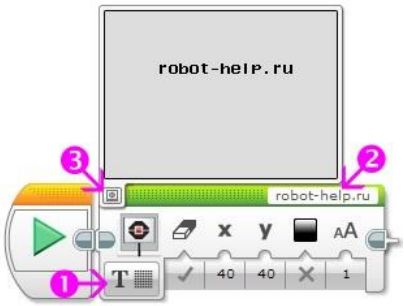
«Экран» бағдарламалық блогында 4 жұмыс режимі бар:

- «Мәтін» режимі – экранда мәтін жолын шығаруға мүмкіндік береді;
- «Пішіндер» режимі – экранда 4 геометриялық фигураның бірін көрсетуге мүмкіндік береді (сызық, шеңбер, тіктөртбұрыш, нүкте);
- «Сурет» режимі – экранда пайдаланушы таңдаған жалғыз кескінді көрсетеді. Сіз EV3 Brick-тің кең суреттер жинағынан таңдай аласыз немесе кескін өңдегішін пайдаланып өз суретіңізді сала аласыз;
- «Терезені қалпына келтіру» режимі - EV3 Brick экранын бағдарлама жұмыс істеп тұрған кезде көрсетілетін стандартты ақпарат экранына қалпына келтіреді.

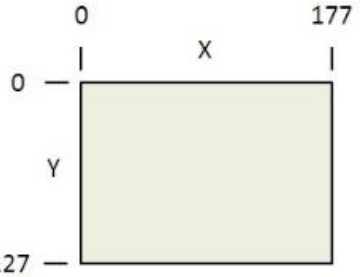
Осы мақаланың авторлары «Мәтін» режимінде «Экран» бағдарламасы блогының параметрін қарастырды (19-сурет, 1-позиция). Экранда көрсетілетін жол арнайы өріске енгізіледі (2-позиция). Мәтін енгізу өрісіне тек латын әріптерін, сандарды және тыныс белгілерін енгізуге болады.



18-сурет – Жалпы көрініс бағдарламалық блок «Экран»



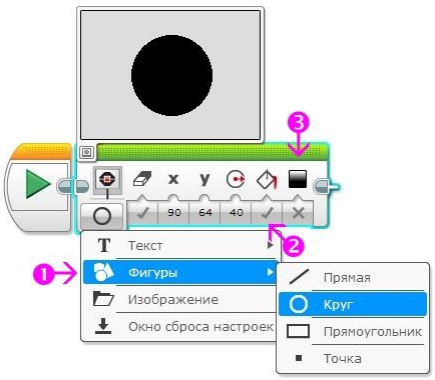
19-сурет – Қорытынды параметрлері «Экран» бағдарламалық блогы



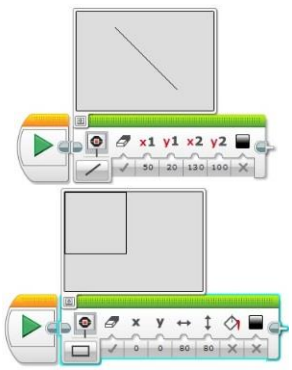
20-сурет – Ажыратымдылық экранды блоктау

«Экранды тазалау» режимі «True» күйіне орнатылса, ақпаратты көрсету алдында экран тазаланады. Сондықтан, ағымдағы шығысты экрандағы ақпаратпен біріктіргіңіз келсе, бұл режимді "False" күйіне орнатыңыз.

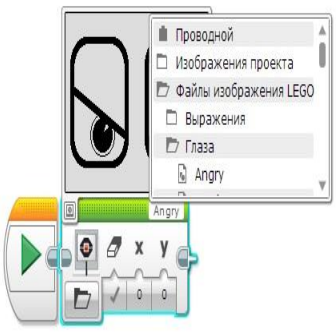
«X» және «Y» режимдері ақпаратты шығару басталатын экрандағы нүктені анықтайды (20-сурет). EV3 кірпіш экранының өлшемі 178x128 пиксель. «X» режимі 0-ден 177-ге дейінгі мәндерді, ал «Y» режимі 0-ден 127-ге дейінгі мәндерді қабылдай алады. Жоғарғы сол жақ нүктеде координаттар (0, 0), ал төменгі оң жақ нүктеде координаттар (177, 127) бар. «Экран» блогын орнату кезінде алдын ала қарау режимін қосуға болады (3-позиция) және ақпаратты шығару параметрлерінің нәтижесін визуалды түрде бағалауға болады. «Пішіндер» режимінде (21-сурет, 1-позиция) пішін түріне байланысты параметрлер өзгереді. Мысалы, шеңберді көрсету кезінде шеңбер центрінің «X» және «Y» координаттарын, сондай-ақ «Радиус» мәнін көрсету керек. «Толтыру» параметрі (2-позиция) суреттің контурын немесе фигураның ішкі аймағын көрсетуге жауап береді («Түс» параметрінде көрсетілген түспен толтырылады, 3-позиция).



21-сурет – Экран параметрлері пішіндер режимінде



22-сурет – Экранда түзу сызықты, төртбұрышты көрсету



1.23-сурет – Сурет режімі

Экранда нүктені көрсету үшін оның X және Y координаттарын көрсету керек. Түзу сызықты бейнелеу үшін түзу орналасқан екі шеткі нүктенің

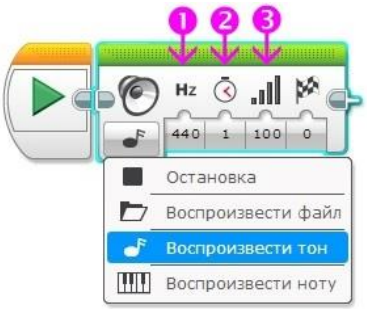
координаталарын көрсету керек (22-сурет, сол жақта). Тіктөртбұрышты бейнелеу үшін тіктөртбұрыштың жоғарғы сол жақ бұрышының X және Y координаталарын, сонымен қатар оның ені мен биіктігін көрсету керек (22-сурет, оң жақта).

«Сурет» режимі жиі қолданылатын режим болып табылады (23-сурет). Ол бейнелерді экранда көрсетуге мүмкіндік береді. Бағдарламалау ортасы санат бойынша сұрыпталған үлкен кескін кітапханасын қамтиды. Қолданыстағы кескіндерге қоса, сіз әрқашан өзіңіздің бірегей кескініңізді жасай аласыз және оны жобаға кірістіру арқылы оны экранда көрсете аласыз. Кескін өңдегішіне мәзір жолы арқылы қол жеткізуге болады: «Бағдарламалау ортасының негізгі мәзірі» → «Құралдар» → «Сурет өңдегіші».

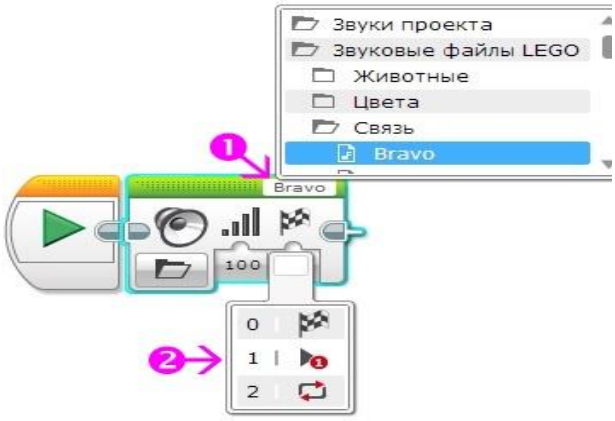
Сондықтан Lego Mindstorm Education бағдарламалау ортасы EV3 негізгі кірпіш экранында ақпаратты көрсетуге үлкен мән береді.

Енді біз келесі бағдарламалау блогын зерттедік, «Дыбыс». Бұл блокты EV3 кірпішінің кірістірілген динамигіне дыбыс файлдарын, ерікті ұзақтық пен жиілік тондарын және музыкалық ноталарды шығару үшін пайдалануға болады. Мысалы, «Ойнату үні» режиміндегі блоктың параметрлері мыналарды орнатуға мүмкіндік береді:

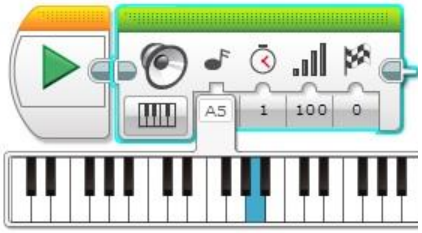
- жиіліктондар (24-сурет, 1-позиция);
- ұзақтығысекундтарда дыбыс (2-позиция);
- дыбыс деңгейі (3-позиция).



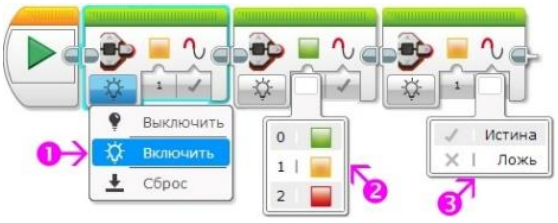
24-сурет - Блок шамаларын ойнату үні режімі



26-сурет – Баптау режімі, файлды ойнату



25-сурет - Режімді орнату, нотаны ойнату



27-сурет – Блоктың жалпы көрінісі, модуль күйінің көрсеткіші

«Ескертуді ойнату» режімінде виртуалды пернетақтада жазбаны таңдадық, ұзақтығы мен дыбыс деңгейін орнаттық (25-сурет).

«Файлды ойнату» режимінде кітапханадан дыбыстық файлдардың біреуін таңдаңыз (1.26-сурет, 1-позиция). Сонымен қатар, микрофонды компьютерге қосу арқылы сіз өзіңіздің дыбыстық файлыңызды жазып, оны жобаға қосу үшін Дыбыс өңдегішін пайдалана аласыз. Дыбыс өңдегіші «Бағдарламалау ортасының негізгі мәзірі» → «Құралдар» → «Дыбыс редакторы» мәзір жолы арқылы іске қосылады. «Дыбыс» бағдарламалық блогының барлық режимдеріне ортақ «Ойнату түрі» параметрі 27-суреттегі 2-позицияда көрсетілген. Бұл параметр «Аяқтауды күту» күйіне орнатылған болса, басқару дыбыс немесе дыбыс файлы толығымен ойнатылғаннан кейін ғана бағдарламаның келесі блогына ауыстырылады.

Келесі екі мәннің бірі орнатылса, дыбыс ойнай бастайды және бағдарламаны басқару келесі блокқа ауысады. Дыбыс немесе аудио файл бір рет ойнатылады немесе бағдарламадағы басқа «Дыбыс» блогымен тоқтағанша қайталанады. Жасыл палитрадағы соңғы блок «Кірпіш күй көрсеткіші» блогы болып табылады. EV3 Brick басқару түймелері үш түстің бірінде жанып тұратын түс көрсеткішімен қоршалған: жасыл, қызғылт сары немесе қызыл. «Түс» параметрі индикатордың түс схемасын белгілейді (2-тармақ). «Пульс» параметрі түс индикаторының жыпылықтау режимін қосады (3-тармақ). Мысалы, роботтың әртүрлі жұмыс режимдері үшін әртүрлі түсті сигналдарды пайдалануға болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Құлмамыров С. А., Әбдібекова Л. М. Mindstorms EV3 контроллерімен роботты басқару: оқу құралы. – Астана: ҚазТБУ, 2025. – 156 б.

2. Лопатин П. К. Манипуляциялық роботты белгісіз кедергілері бар ортада жылжыту алгоритмі // ХабаршыСибГАУ. – Орын. 3 (36). – 2011. – Б. 53-57.

3. Николаев А. Б., Остроух А. В. Интеллектуалды жүйелер: оқу құралы // - М .: МАДИ, 2012. – 271 б.

4. LEGO MINDSTORMS Education EV3 ортасын пайдалану жөніндегі нұсқаулық.. LEGO GROUP. 2013.

5. Лопатин П. К. Белгісіз ортада манипуляциялық роботты басқару мәселесінде модификацияланған толық санау алгоритмі // Вестник УГАТУ (Уфа мемлекеттік авиациялық-техникалық университетінің ғылыми журналы). – 2014. – Т. 18. – №1 (62). – Б. 198-203.

6. Гребенкин А. В. Микроконтроллердің енгізу-шығару қондырғылары. Робототехника сабағына арналған оқу-әдістемелік ұсыныстар / "Интерактивті ертегі" байқауының материалдар жинағы, 2017.

7. Кузьмина М. В., Мелехина С. И., Пивоваров, А. А., Скурихина Ю. А., Чупраков Н. И. Білім беру робототехникасын дамыту тақырыбына арналған нұсқаулық / Киров. 2016 - 210 б.

8. Николаев А. Б., Остроух А. В. Интеллектуалды жүйелер: оқу құралы. – М.: МАДИ, 2012. – 271 б.

Толеуов А., 4-курс студенті,
Ғылыми жетекшісі: **Құлмамыров С. А.**,
т.ғ.к., ХИА академигі, доцент м. а.,
Есіл университеті, Астана.

ҚҰРАМЫНДА ЖАНАСУ ДАТЧИГІ ОРНАЛАСҚАН РОБОТТЫҢ ҚИМЫЛЫН ЗЕРТТЕУ

Аннотация: В статье представлены результаты исследовательской работы, проведенной в учебной лаборатории Есильского университета (ЕГУ). Цель работы – освоение навыков записи и сбора данных из внешней среды с помощью сенсорного датчика для решения задач управления роботом. Изучены дополнительные функции контроллера Lego Mindstorms EV3, используемые в среде программирования при сборе информации о внешней среде. В существующие проекты модулей EV3 была внедрена новая программа «Lab4». Рассмотрены функции красной палитры контроллера EV3 для обработки внешней информации. Во время управления движением робота его остановка при столкновении с препятствием осуществлялась с помощью сенсорного датчика. Также описан режим записи столкновения робота с препятствием и функция остановки при следующем столкновении. Полученные знания могут быть полезны для пользователей роботов Lego Mindstorms EV3.

Түйінді сөздер: робот қозғалысы, Lego Mindstorms бағдарламалау, басқару нысаны, өнеркәсіптік робототехника, Lego Mindstorms EV3 контроллері.

Аңдатпа: Мақалада Есіл университетінің (ЕсУ) оқу зертханасында жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелері келтірілген. Жұмыстың мақсаты – роботты басқару міндеттерін шешу үшін жанасу датчигі арқылы сыртқы ортадан деректерді тіркеу және жинау дағдысын меңгеру болып табылады. Lego Mindstorms EV3 контроллерінің бағдарламалау ортасындағы сыртқы орта туралы ақпаратты жинау кезінде қолданылатын қосымша функциялары зерттелді. EV3 модулінің қолданыстағы жобаларына жаңа «Lab 4» бағдарламасы енгізілді. EV3 контроллерінің қызыл палитрасының сыртқы ақпаратты өңдеуге арналған функциялары қарастырылды. Роботтың қозғалысын басқару барысында жанасу датчигінің көмегімен бөгетке соқтығысқан сәтте роботты тоқтату жүзеге асырылды. Сондай-ақ роботтың бөгетке соғылғанын тіркеу режимі және келесі соқтығысу

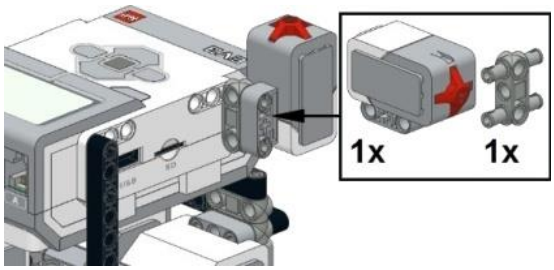
кезінде тоқтау функциясы сипатталды. Алынған білім Lego Mindstorms EV3 санатындағы роботтарды пайдаланушылар үшін пайдалы болуы мүмкін.

Ключевые слова: движение робота, программирование Lego Mindstorms, объект управления, промышленная робототехника, контроллер Lego Mindstorms EV3.

Abstract: The article presents the results of research work conducted in the educational laboratory of Yesil University (ESU). The purpose of the work is to master the skills of recording and collecting data from the external environment using a touch sensor to solve robot control tasks. Additional functions of the Lego Mindstorms EV3 controller used in the programming environment when collecting information about the external environment were studied. The new “Lab 4” program was introduced into existing EV3 module projects.

Keywords: robot movement, Lego Mindstorms programming, control object, industrial robotics, Lego Mindstorms EV3 controller.

Мақала шығаруға байланысты қойылған бірінші міндет – жанасу датчигі бар роботтың қозғалысын ұйымдастыру болды. Қойылған тапсырмаларды қарастыруға кіріспес бұрын, жанасу датчигі роботтың корпусының үстіне орнатылды (1-суретте көрсетілгендей). Кейін ол кабель арқылы EV3 контроллерінің 1-портына қосылды.



1-сурет – Жанасу датчигін орнату және EV3 модуліне қосу

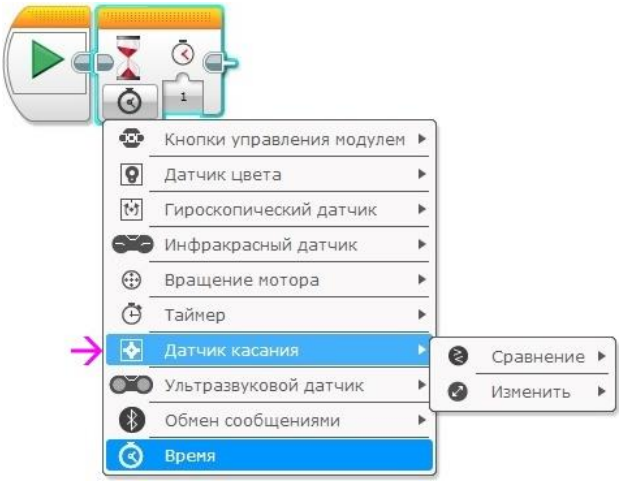
Екінші міндет – роботтың қозғалысын жанасу датчигінің батырмасын басу арқылы іске қосатын пиктографиялық бағдарлама құру болды. Тапсырманың шартының өзі мүмкін болатын шешімді меңзейді: қозғалысты бастамас бұрын жанасу датчигі батырмасының басылуын немесе босатылуын күту қажет.

Зерттеу барысында робот иесіне, яғни пайдаланушыға арналған ұсынымдар әзірленді:

- EV3 модулінде «Күту» блогын таңдаймыз. Режимін «Жанасу датчигі» → «Салыстыру» етіп өзгерту қажет (2-сурет);

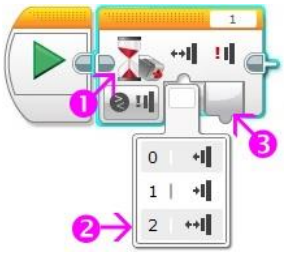
- EV3 модулінің монитор экранында «Күту» блогының бейнесі өзгергеніне көз жеткізу керек. Құм сағат белгісінің қасында жанасу датчигінің бейнесі пайда болады (3-сурет, 1-позиция).

Ескерту: Бұл бағдарлама іске қосылған кезде орнатылған жұмыс режимін көзбен шолып тексеруге көмектеседі.



2-сурет – «Ожидание» блогындағы жанасу датчигінің «Салыстыру» режимін таңдау

«Состояние» блогын баптау жанасу датчигінің белгілі бір күйін орнатуға мүмкіндік береді. Датчик сол күйге жеткен кезде «Ожидание» блогының орындалуы автоматты түрде тоқтатылады (3-сурет, 2-позиция).



3-сурет - «Состояние» блогын баптау

«Күй» блогын баптау келесі мәндерді қабылдай алады: 0 – «Босатылған»; 1 – «Басылған»; 2 – «Шертпе». Қойылған тапсырманы шешу үшін «Шертпе» күйін таңдаймыз.

Ескерту: Монитор экранына «Өлшенген мән» күйі туралы ақпаратты шығару (3-сурет, 3-позиция) қажет болған жағдайда датчиктің соңғы күйін басқа бағдарламалық блокқа өңдеуге беруге мүмкіндік береді.

Осындай «Ожидание» блогының бапталуында іске қосылған бағдарламаның орындалуы жанасу датчигі батырмасын басу/босату сәтіне дейін тоқтатылып тұрады. Тек «Шертпе» әрекетінен кейін ғана орындалу келесі блокқа беріледі.

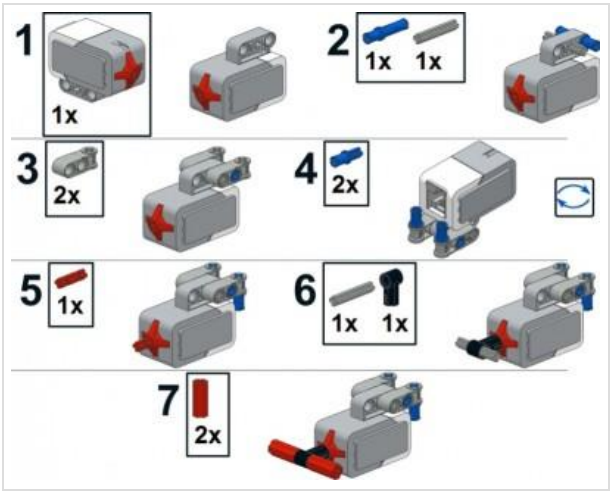
«Ожидание» блогынан кейін тағы бір «Рулевое управление» блогын қоямыз. Компьютерді EV3 модуліне қосып, бағдарламаны роботқа жүктейміз (4-сурет). Бағдарламаның дұрыс іске қосылуы мен орындалғанына көз жеткіземіз. Орындалған бағдарламаның нәтижесін скриншот арқылы тіркейміз. Жөнделген бағдарлама EV3 модулінің жадында сақталды.



4-сурет - Пиктографиялық бағдарламаның аяқталған көрінісі

«Робот қозғалысын жанасу датчигі батырмасымен ұйымдастыру». Роботтың сыртқы кедергіге соқтығысқан кезде қозғалысын тоқтату. Мұнда мынадай міндет қойылады: робот сыртқы кедергіге соқтығысқан жағдайда оны тоқтататын бағдарлама жазу қажет.

Робот құрылымының элементтерін пайдалана отырып, жанасу датчигі бар ықшам бампер құрастырамыз. Ол роботтың кедергіге соқтығысқанын хабарлайды. Роботтың әрекет алгоритмін сипаттаймыз: құрастырылған робот кедергіге кезіккенше алға қарай қозғалады. Кедергіні бампермен соққанда жанасу датчигі басылып, робот тоқтайды. Бұл алгоритмді жүзеге асыру үшін жасалатын бағдарламада «Ожидание» блогы қолданылады.

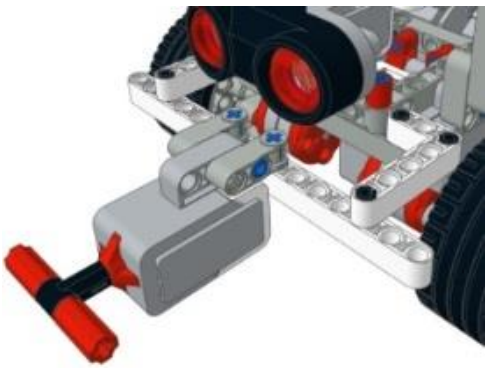


5-сурет – LEGO MINDSTORMS оқу конструкторы
негізінде құрастырылған роботтың ұсынылған көрінісі

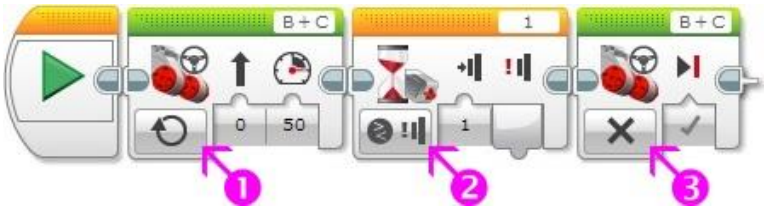
5-суретте LEGO MINDSTORMS оқу конструкторының нұсқасынан құрастыруға арналған егжей-тегжейлі ұсынымдар көрсетілген. Робот иесі өз нұсқасын жасау үшін жеке құрастыру жоспарын әзірлей алады. Құрастырылған бампер құрылымын роботтың алдыңғы арқалығына бекітіп, жанасу датчигін EV3 модулінің 1-портына қосамыз (6-сурет).

Құрастырылған құрылымды мұқиятрақ зерттеу ұсынылады, себебі бампер қозғалып келе жатқан роботты кедергіге соқтығысқан кезде қорғауы тиіс. Енді жаңа бағдарламаның пиктографиясын құруға кірісу қажет.

«Роботтың қозғалысын кедергіге соқтығысқанда тоқтату» бағдарламасын құрамыз (7-сурет).



6-сурет - Жанасу датчигі бар роботтың бампер құрылысы



7-сурет - Пиктографиялық бағдарламаның блок-схемасы

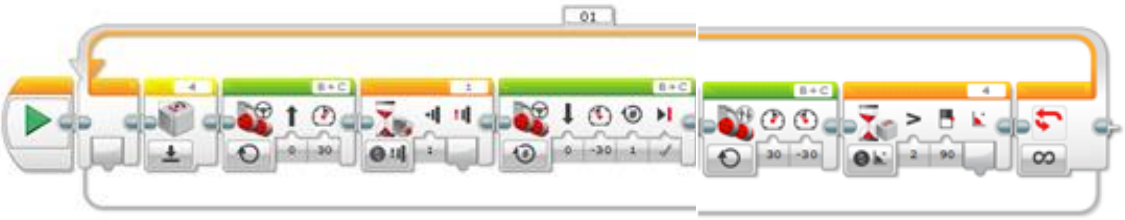
«Роботтың қозғалысын сыртқы кедергіге соқтығысқанда тоқтату». Роботты жұмыс бетіне орналастырып, оның түзу сызықты алға қозғалу бағдарламасын іске қосамыз (7-сурет, 1-позиция). Роботтың қозғалысын жанасу датчигі іске қосылғанға дейін бақылаймыз (2-позиция). Роботтың қозғалысты тоқтатқанына көз жеткізу қажет (3-позиция).

Зерттеудің келесі бөлігіне көшеміз – роботтың кедергіге соғылуын тіркеуді ұйымдастыру және соқтығысқан жағдайда оны тоқтату.

Тапсырманы тұжырымдаймыз: роботты алға қарай қозғалуға мәжбүрлейтін бағдарлама жазу қажет. Кедергіге соғылған кезде ол артқа шегініп, оңға 90° бұрылып, келесі кедергіге дейін алға қарай қозғалысын жалғастыруы тиіс.

Бұл тапсырманы шешу үшін бағдарламаның құрамында қызғылт сары палитрада орналасқан «Цикл» блогын қолдану қажет. Роботтың әрекет бағдарламасын мына схема бойынша құрастырып, сынақтан өткізу ұсынылады: қозғалыс алға → артқа шегіну → оңға 90° бұрылу → қозғалыс алға → кедергіні анықтау → тоқтау. Тапсырманы орындау үшін қажетті блоктарды таңдап алып, оларды «Цикл» бағдарламалық блогының ішіне орналастыру қажет.

Бұл жерде қойылған міндетті жүзеге асыруға арналған эксперимент жоспары ретінде бағдарламаны құрастырудың кезеңдік сипаттамасы берілген. Бағдарламаны іске қосып, жөндегеннен кейін зерттеу нәтижелері орындалған жұмыс есебіне енгізілді. Сонымен қатар тапсырманы шешудің басқа нұсқасын да ұсынуға болады (8-сурет) – ол үшін гироскопты (яғни, робот корпусының кеңістіктегі орнын анықтайтын датчик) пайдалану ұсынылады.



8-сурет - Тапсырманы шешудің гироскопты қолданғандағы басқа нұсқасы

Алғашқы жөндеу барысында бұл бағдарлама бірінші циклді сәтті аяқтады, бірақ кейін робот бұрылмады. Бұған гироскоптық датчиктің бастапқы күйін нөлге теңестірудің болмауы себеп болды. Бағдарламаның жаңа нұсқасын жөндеу кезінде «Сброс» блогы қосылды, бұл роботқа қойылған тапсырманы орындауға мүмкіндік берді.

Пайдаланылған әдебиттер тізімі:

1. Кульмамиров С. А., Абдибекова Л. М. Mindstorms EV3 контроллерлерімен роботтарды басқару: оқу құралы. – Астана: ҚазУТБ, 2025. – 156 б.
2. Лопатин П. К. Белгісіз кедергілері бар ортада манипуляциялық роботтың қозғалуы // СибГАУ хабаршысы. – Шығ. 3 (36). – 2011. – 53–57 б.
3. Николаев А. Б., Остроух А. В. Интеллектуалды жүйелер: оқу құралы. – М.: МАДИ, 2012. – 271 б.
4. LEGO MINDSTORMS Education EV3 бағдарламалық жасақтамасының пайдаланушы нұсқаулығы. LEGO GROUP, 2013.
5. Лопатин П. К. Белгісіз ортада манипуляциялық роботты басқару есебіндегі толық іздеудің түрлендірілген алгоритмі // УГАТУ хабаршысы (Уфа мемлекеттік авиациялық-техникалық университетінің ғылыми журналы). – 2014. – Т. 18. – №1 (62). – 198–203-бб.
6. Гребенкин А. В. «Микроконтроллердің енгізу-шығару түйіндері» тақырыбы бойынша робототехника сабағына арналған оқу-әдістемелік ұсынымдар // «Интерактивті ертегі» байқауының материалдары. – 2017.

Жанай Д., 4-курс студенті,
Ғылыми жетекшісі: **Құлмамыров С. А.**,
т.ғ.к., ХИА академигі, доцент м. а.,
Есіл университеті, Астана.

ТҮСТІ АЖЫРАТУ АҚПАРАТЫН ТІРКЕУ ӘДІСІ ЖӘНЕ ТҮС СЕНСОРЫМЕН БАҚЫЛАНАТЫН НЫСАННЫҢ ЖАРЫҚТЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Бұл мақалада роботта орналасқан түс сенсоры арқылы бақыланатын нысанның түсі мен жарықтығы туралы деректерді жинақтаудың

нәтижелері зерттелінген. Мақалада нысанның жарықтандыру түсі мен жарықтығын талдау үшін түс сенсорынан ақпаратты жазу дағдылары зерттеледі. EV3 контроллерінің түс сенсорынан ақпаратты жинаудағы функциялары анықталған.

Түйін сөздер: робот қозғалысы, Lego Mindstorms бағдарламасы, басқару нысаны, өнеркәсіптік робототехника, Lego Mindstorms EV3 контроллері.

Аннотация: В данной статье изучаются результаты сбора данных о цвете и яркости контролируемого объекта с помощью цветового датчика, расположенного на роботе. В статье рассматриваются возможности записи информации с цветового датчика для анализа цвета и яркости освещения объекта. Определены функции контроллера EV3 при сборе информации с цветового датчика.

Ключевые слова: движение робота, программа Lego Mindstorms, управляемый объект, промышленная робототехника, контроллер Lego Mindstorms EV3.

Abstract: This article studies the results of collecting data on the color and brightness of an object being monitored using a color sensor located on a robot. The article explores the skills of recording information from a color sensor to analyze the color and brightness of an object's illumination. The functions of the EV3 controller in collecting information from a color sensor are identified.

Keywords: robot movement, Lego Mindstorms program, control object, industrial robotics, Lego Mindstorms EV3 controller.

Есіл университетінің Сандық аллея орталығында (басты ғимарат, 1 қабат, 119 ауд.) «Робот техникасы және Ардуино бағдарлама ортасы» оқу зертханасының әдебиеттер қорына студенттер қолданатын EV3 жобаларын жасау тақырыбына жаңа «Лаб 5» бағдарламасы қосылды. Түс сенсорынан ақпаратты өңдейтін EV3 кірпішінің сарғыш палитра блоктарының қасиеттері зерттелді.

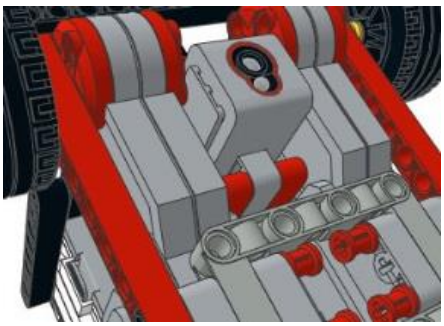
Төрт түс жолағы бар қағаз беті дайындалды. Содан кейін түс сенсорын басқару және түсті жолақтарды анықтау үшін бағдарлама жазылды. Боялған жолағы бар қағаз бетіндегі робот қозғалысы бағдарламаланған. Цикл режимінде жаңа «Лаб 5» бағдарламасы әрбір жолақтың түсін жазып, робот бір жолақпен кездескен кезде дыбыс сигналын шығарды. Соңғы қара жолақты өткенде «Тоқта» дыбыстық сигналы шығып, робот тоқтады.

Бастапқыда бағдарлама әзірлеу міндеті қойылды, ол түс сенсорының жанына әкелінген заттардың түстерін анықтайды. Жақсы нәтиже алу үшін негізгі түс спектріне мүмкіндігінше жақын түстерді таңдаңыз. Түс сенсоры анықталған нысанның сәйкес реңктерін тануға жеткілікті қабілетті. Бұл мәселені шешу қызғылт сары палитрада орналасқан «Ауыстыру» блогына негізделген.

Стандартты дизайнда түс сенсоры роботтың ішінде орналасқан және ол қозғалатын бетке төмен қарай бағытталған. Түс сенсорын, мысалы, EV3

контроллерінің 2 портына қосу үшін біраз күш жұмсау, мүмкін тіпті бөлшектеу және қайта жинау қажет болады. Пайдаланушы жасаған бағдарламаны жөндеу үшін сізге бірнеше түсті нысандар қажет болады. Бұл Lego кірпіштері, түрлі-түсті қағаз жолақтары немесе түрлі-түсті текшелер болуы мүмкін.

Түс сенсорын құрылымнан алып тастауды және оны робот корпусындағы басқа жерге бекітуді болдырмау үшін құрастырылған бағдарламаны іске қосу және жөндеу кезінде роботты дөңгелектерін жоғары қаратып, төңкеріп ұстауға болады (1-сурет).



1-сурет - Төңкерілген дененің көрінісі түс сенсоры көрінетін робот

Шамасына байланысты «Ауыстыру» блогы өз контейнерлерінің бірінде орналасқан қосымша блоктарды таңдай алады. Біз бағдарламалауды түс сенсорымен жұмыс істеу үшін «Ауыстыру» блогын конфигурациялау арқылы бастаймыз.

Енді Есіл университетінің роботтардды игеруге ашылған оқу зертханасында жүргізілген зерттеу нәтижелерін көрсете отырып, орындалған тапсырманы сипаттайтын боламыз:

1. «Сабақ-5-9» деп аталатын программа құрайық.

2. Біз бағдарламада «Ауыстыру» блогын орнатамыз.

3. «Түс сенсоры» режимін → «Өлшеу» → «Түс» таңдаймыз (2-сурет).

Wait блогынан айырмашылығы, Switch блогы белгілі бір оқиғаның орын алуын күтпейді, бірақ ағымдағы күйді тексереді және ағымдағы күймен байланысты контейнердегі блоктарды талдайды.

«Ауысу» блогының шамаларын қарастырайық:

- таңдалған режім түс сенсоры кескінін орнатады (3-сурет, 1-позиция);

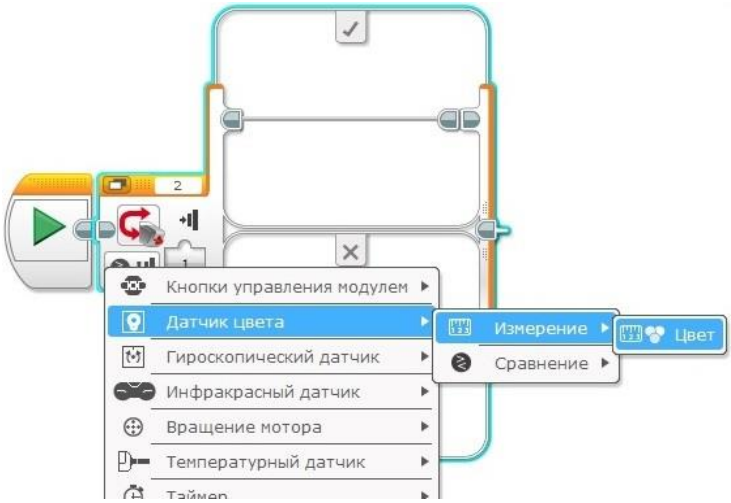
- блоктың өрісінде түс сенсоры қосылған порт көрінеді (2-позиция);

- әрбір контейнердің параметрлерінде осы контейнерге салынған блоктар таңдалатын және орындалатын мән таңдалады (3-позиция);

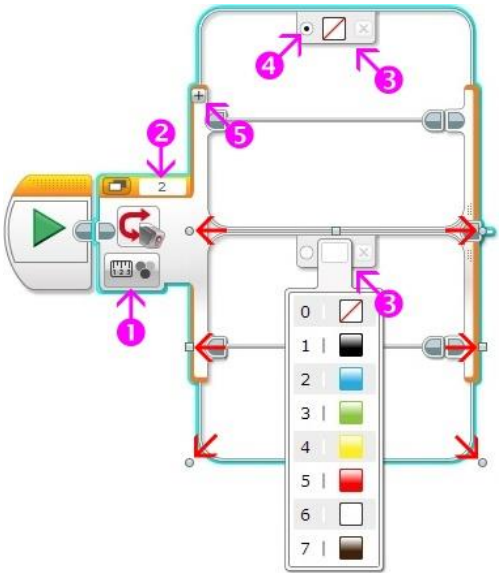
- контейнерлердің бірі «Әдепкі опция» ретінде жариялануы керек. Егер ешқандай контейнер сенсордың мәніне сәйкес келмесе, онда «Әдепкі опция» ретінде жарияланған контейнер орындалады (4-позиция);

- түйме «Ауыстыру» блогына контейнер қосады (5-позиция);

- Switch блогы ішіне орналастырылған барлық блоктарды орналастыру үшін автоматты түрде созылуы мүмкін.



2-сурет - Түс сенсоры режимін орнату



3-сурет - Өлшемді өзгертуде орналасқан ауыстыру блогы

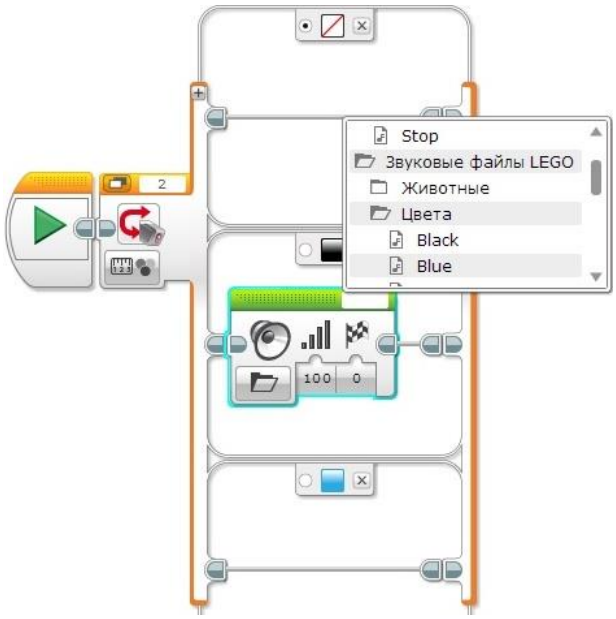
3-суреттегі қызыл көрсеткілермен көрсетілген белгілерді пайдаланып, блоктың өлшемін өзіңіз өзгерте аласыз.

4. «Ауысу» блогын құруды жалғастырайық:

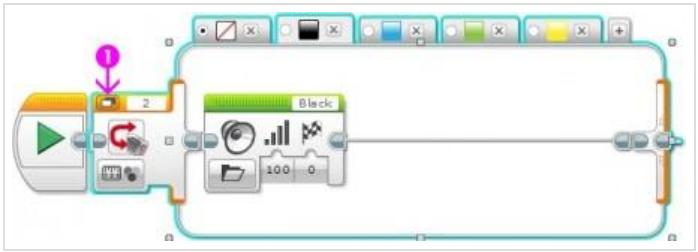
- біз танылатын түстер санына сәйкес контейнерлердің қажетті санын және «Түс жоқ» опциясын жасаймыз;
- контейнер параметрлерінде біз танылатын түстерді орнатамыз;
- «Түс жоқ» опциясын таңдаңыз;
- «Түс жоқ» опциясын қоспағанда (бос контейнер) әрбір контейнерде жасыл палитрадан «Дыбыс» орналастырамыз;
- әрбір түс сәйкес дыбыс файлымен байланысты (4-сурет).

5. EV3 Brick экранында Switch блогының өлшемі ұлғайғанын тексеріңіз. Арнайы түйме (4-сурет, 1-позиция) блоктың экранда көрсету режимін «Қойынды көрініске» ауыстыруға мүмкіндік береді. Көрнекі көрсету үшін блоктың өлшемін өзгертейік.

6. Конфигурацияланған «Ауыстыру» блогын «Цикл» блогының (қызғылт сары палитра блогы) ішіне енгізіңіз.



4-сурет – Switch блогының қалыптасуы



5-сурет - Switch блогының өлшемін үлкейту

7. «Анықталған нысан түсін анықтау» бағдарламасы енді аяқталды. Оны сақтап, роботқа жүктейміз (6-сурет). Мұғалімнің нұсқауы бойынша біз бағдарламаны сынақтан өткіземіз және қажет болған жағдайда оның мазмұнын нақтылаймыз.

8. Қызғылт сары палитрадан «Loop Break» блогын таңдап, оны бағдарламаға қосыңыз (6-сурет).

9. Түс сенсорын тексеру үшін қағаз жолын дайындаймыз:

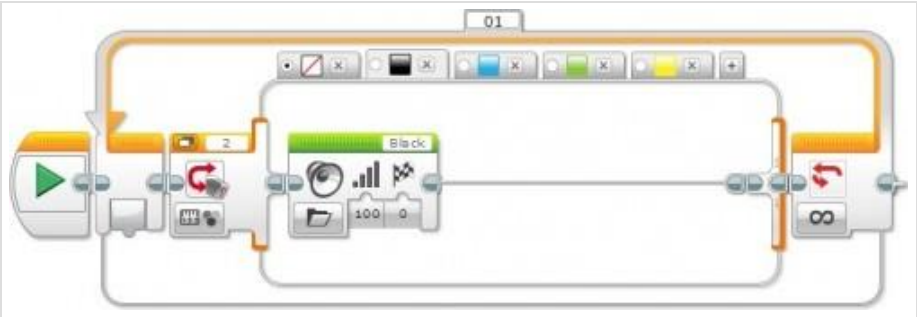
- А4 және А3 форматындағы таза ақ қағазды алыңыз;

- қағазға бірдей қашықтықта бірінен соң бірі бірнеше түсті жолақтарды жағамыз;

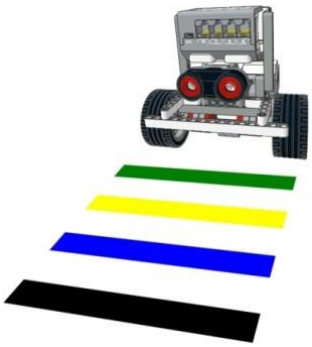
- түрлі-түсті қағаздан (түрлі-түсті электр таспасынан) жолақтарды желімдеуге немесе шаршыларды гуашьпен сызып, бояуға болады;

- егер сізде түсті жолақтардың дайын үлгісі бар файл болса, онда бұл суретті принтерде басып шығарыңыз;

- соңғы жолақ қара түсті (7-сурет).

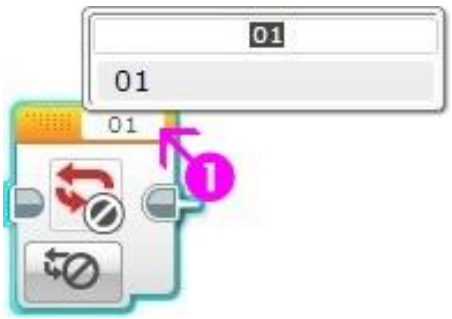


6-сурет – құрастырылған программаның белгішесі
«Анықталған заттың түсін анықтау»



Сурет 7 - Қағаз жолын дайындау түс сенсорын тексеруді зерттеу

Ескерту: Қозғалыс кезінде робот өзі өтетін жолақтардың түстерін жариялауы керек. Қара сызыққа жеткенде, робот «Тоқта» дыбыстық сигналын береді және тоқтайды.



8-сурет – «Үзіліс атауы» параметрін орнату
Бағдарламадағы циклды аяқтау үшін «Цикл» блогы
«Анықталған заттың түсін анықтау»

10. Енді ұйымның экспериментінің жоспарын құрыңызроботтың түзу сызықты қозғалысы (негіз ретінде 6-суретте көрсетілген бағдарламаны таңдауға болады).

Соңғы қара жолаққа жеткенде, циклді үзу керек. Бұл қызғылт палитрада орналасқан «Loop Break» блогы арқылы орындалады. Блок «Үзіліс атауы» шамасымен көрсетілген циклінен шығады (8-сурет, 1-позиция).

Бұл әрекеттер «Цикл» блогының қатысуымен орындалады.

11. 10-қадамдағы ескертпеде берілген ұсыныстарды ескермей өзіңіз робот қозғалысын аяқтап көріңіз.

Пайдаланылған әдебиттер тізімі:

1. Құлмамыров С. А., Әбдібекова Л. М. Mindstorms EV3 контроллері бар роботтарды басқару: оқу құралы. – Астана: ҚазҰТБ, 2025. – 156 б.

2. Лопатин П. К. Белгісіз кедергілері бар ортада манипуляциялық роботтың қозғалысының алгоритмі // SibSAU хабаршысы. - Мәселе. 3 (36). - 2011. - 53-57 б.

3. Николаев А. Б., Остроух А. В. Зияткерлік жүйелер: оқу құралы // - М.: МАДИ, 2012. - 271 б.

4. LEGO MINDSTORMS Education EV3 бағдарламалық құралының пайдаланушы нұсқаулығы. LEGO GROUP. 2013.

5. Лопатин П. К. Белгісіз ортада манипуляциялық роботты басқару мәселесінде толық санаудың модификацияланған алгоритмі // Уфа мемлекеттік авиациялық техникалық университетінің хабаршысы (Уфа мемлекеттік авиациялық техникалық университетінің ғылыми журналы). – 2014. – Т. 18. – № 1 (62). – 198–203 б.

6. Гребенкин А. В. «Микроконтроллердің кіріс-шығыс түйіндері» робототехника сабағына оқу-әдістемелік ұсыныстар / «Интерактивті ертегі» байқауына материалдар жинағы, 2017.

Әділбек С., 4-курс студенті,
Ғылыми жетекшісі: **Құлмамыров С. А.**,
т.ғ.к., ХИА академигі, доцент м. а.,
Есіл университеті, Астана.

ЗАТТАН ШАҒЫЛҒАН ЖАРЫҚ ДЕҢГЕЙІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Мақалада авторлардың Lego Mindstorms EV3 роботындағы қозғалмалы платформада орналасқан датчик арқылы заттан шағылған жарықтың жарқырау деңгейі туралы ақпаратты жинау зерттеулері сипатталған. Робот құрылғыларын бағдарламалау мысалдары робот датчиктерінен алынған деректерді тіркеуге қатысты болып табылады. Робот шығырларын бағдарламалау Lego Mindstorms EV3 контроллерімен

байланысты. Зерттелінген нәтижелер Lego Mindstorms NXT робот иелеріне де пайдалы болуы мүмкін.

Кілт сөздер: конструктор, басқару, роботтың қозғалысы, робототехника, Lego Mindstorms, бағдарламалау, басқарылатын нысан, шығыр, контроллер.

Аннотация: В статье описывается исследование авторов по сбору информации об уровне отраженного от объекта света с помощью датчика, расположенного на движущейся платформе робота Lego Mindstorms EV3. Примеры программирования устройств робота связаны с записью данных, полученных от датчиков робота. Программирование шкивов робота связано с контроллером Lego Mindstorms EV3. Результаты исследования также могут быть полезны владельцам роботов Lego Mindstorms NXT.

Ключевые слова: конструктор, управление, движение робота, робототехника, Lego Mindstorms, программирование, управляемый объект, шкив, контроллер.

Abstract: The article describes the authors' research on collecting information about the level of light reflected from an object using a sensor located on a moving platform in a Lego Mindstorms EV3 robot. Examples of programming robot devices are related to recording data received from robot sensors. Programming robot pulleys is associated with the Lego Mindstorms EV3 controller. The results of the study may also be useful to owners of Lego Mindstorms NXT robots.

Keywords: designer, control, robot movement, robotics, Lego Mindstorms, programming, controlled object, pulley, controller.

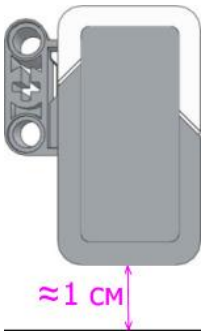
Түсті датчиктің «Шағылған жарық деңгейі» режимі затқа бағытталған қызыл жарық сәулесінің шағылуын өлшеуге негізделген. Қараңғы заттар жарықты сіңіріп, датчик аз мән көрсетеді, ал ашық түсті заттар көбірек жарықты шағылыстырады. Датчикпен өлшенетін жарық деңгейі 0-ден 100-ге дейінгі шкалада көрсетіледі (0 – қараңғы, 100 – ең жарық). Бұл режим робототехникада өндірістік тапсырмаларда кеңінен қолданылады [1-3].

Түсті датчиктің «Шағылған жарық деңгейі» режимі затқа бағытталған қызыл жарық сәулесінің шағылуын өлшеуге негізделген. Қараңғы заттар жарықты сіңіріп, датчик аз мән көрсетеді, ал ашық түсті заттар көбірек жарықты шағылыстырады. Датчикпен өлшенетін жарық деңгейі 0-ден 100-ге дейінгі шкалада көрсетіледі (0 – қараңғы, 100 – ең жарық). Бұл режим робототехникада өндірістік тапсырмаларда кеңінен қолданылады [4].

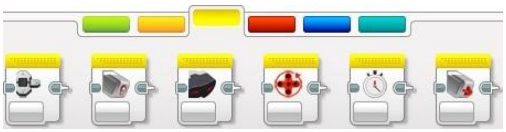
Түсті датчиктің тағы бір режімі бар: «Сыртқы жарық деңгейі». Бұл режим «Шағылған жарық деңгейіне» ұқсас, бірақ датчик өз жарығын шығармайды, тек қоршаған ортадағы табиғи жарықты өлшейді.

Датчиктің режимін көру үшін аздап жарық шығаратын көк LED қаралады. Датчик мәндері 0-ден 100-ге дейін өзгереді (0 – жарық жоқ, 100 – ең жарық) [5].

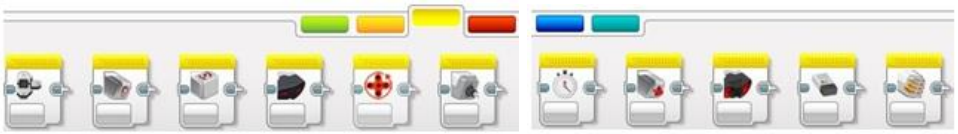
Сыртқы жарықты өлшеуді қажет ететін практикалық тапсырмаларды шешкенде датчик мүмкіндігінше ашық жерде орналасуы тиіс, басқа бөлшектер немесе робот конструкциялары оны жауып қалмауы керек. Енді Lego mindstorms EV3 сары палитрасының («Датчиктер») тағайындалуына тоқталайық. Сары палитра датчиктердің ағымдағы көрсеткіштерін оқу үшін блоктар тобын қамтиды, бұл көрсеткіштерді бағдарламаның орындалуы барысында әрі қарай өңдеуге мүмкіндік береді. «Оранжевый» палитрасының «Күту» бағдарламалық шығырдан айырмашылығы, сары палитра блоктары бағдарламаның орындалуы кезінде басқаруды дереу келесі блоктарға береді. Үйлік бағдарламалау ортасында кейбір датчиктерге арналған блоктар жоқ, өйткені олар үйлік конструктор нұсқасына кірмейді (сурет-2). Дегенмен, қажет болған жағдайда, бұл блоктарды өз бетінше қосуға болады.



Сурет-1 – Сызық беті мен түсті датчик арасындағы қашықтық



Сурет 2 – Үйлік бағдарламалау ортасында датчик блоктары (сары палитра)



Сурет 3 – Білім беру ортасында барлық датчик блоктары (сары палитра)

Ал білім беру нұсқасында барлық датчиктерге арналған бағдарламалық блоктар бар және оларды LEGO MINDSTORMS конструкторымен бірге пайдалануға болады (сурет-3).

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Құлмамыров С. А., Әбдібекова Л. М. Mindstorms EV3 контроллері бар роботтарды басқару: оқу құралы. – Астана: ҚазҰТБ, 2025. – 156 б.

2. Лопатин П. К. Белгісіз кедергілері бар ортада манипуляциялық роботтың қозғалысының алгоритмі // SibSAU хабаршысы. - Мәселе. 3 (36). - 2011. - 53-57 б.

3. Николаев А. Б., Остроух А. В. Зияткерлік жүйелер: оқу құралы // - М.: МАДИ, 2012. - 271 б.

4. LEGO MINDSTORMS Education EV3 бағдарламалық құралының пайдаланушы нұсқаулығы. LEGO GROUP. 2013.

5. Лопатин П. К. Белгісіз ортада манипуляциялық роботты басқару мәселесінде толық санаудың модификацияланған алгоритмі // Уфа мемлекеттік авиациялық техникалық университетінің хабаршысы (Уфа мемлекеттік авиациялық техникалық университетінің ғылыми журналы). – 2014. – Т. 18. – № 1 (62). – 198–203 б.

Райымбеков Т, 4-курс студенті,
Ғылыми жетекшісі: **Құлмамыров С. А.**,
т.ғ.к., ХИА академигі, доцент м. а.,
Есіл университеті, Астана.

РОБОТТЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ШАМАЛАРЫН ЕСЕПТЕУ

Аңдатпа: Мақалада университеттің «Сандық аллеясында» орналасқан «Робот техникасы және Ардуинода бағдарламалау» оқу зертханасында жасалынған зерттеулер нәтижелері келтірілген. Зертханада Lego Mindstorms EV3 контроллерімен жабдықталған роботтың жүру қозғалысын зерттеу жұмыстары жиі жүргізіледі. Роботтың датчиктерінен мәліметтер жинауды ұйымдастыруда EV3 контроллерді бағдарламалау мәселелерін шешу амалдары және қозғалыстағы роботтың шамаларын есептеу алгоритмдері де қарастырылуда.

Түйінді сөздер: робот қозғалысы, бағдарламалау, Lego Mindstorms, басқару нысаны, өнеркәсіптік робототехника, контроллер EV3.

Аннотация: В статье представлены результаты исследований, проведенных в учебной лаборатории «Робототехника и программирование Arduino», расположенной в «Цифровом коридоре» университета. В лаборатории регулярно проводятся исследования движения робота, оснащенного контроллером Lego Mindstorms EV3. Также рассмотрены методы решения задач программирования контроллера EV3, организации сбора данных с датчиков робота и алгоритмы расчета параметров движущегося робота.

Ключевые слова: движение робота, программирование, Lego Mindstorms, объект управления, промышленная робототехника, контроллер EV3.

Abstract: The article presents the results of research conducted in the educational laboratory "Robotics and Arduino Programming" located in the "Digital Alley" of the university. The laboratory often conducts research on the walking motion of a robot equipped with a Lego Mindstorms EV3 controller. Methods for

solving problems of programming the EV3 controller in organizing data collection from the robot's sensors and algorithms for calculating the parameters of a moving robot are also considered.

Keywords: robot movement, programming, Lego Mindstorms, control object, industrial robotics, controller EV3.

Зерттеу жұмыстары нысаннан шағылысқан жарықтың деңгейі туралы ақпаратты жинаудан басталды. Түс сенсорының "Шағылысқан жарық жарықтығы" режимінің жұмысы мыналарға негізделген: жақын орналасқан нысанның бетіне қызыл жарық ағынының бағыты және шағылысқан жарық деңгейін өлшеу. Қараңғы заттар жарық ағынын сіңіреді, соның салдарынан сенсор ашық беттермен салыстырғанда төмен мәнді көрсетеді.

Датчиктің көмегімен жарық деңгейінің өлшенген мәндерінің диапазоны 0 - 100 аралығында өлшенеді (қараңғыдан ашық жарық деңгейіне дейін). Түс сенсорының бұл жұмыс режимі робототехника саласындағы көптеген өндірістік тапсырмаларда сұранысқа ие.

Мысал ретінде роботтың берілген маршрут бойынша қозғалысын ақ жабынмен сызылған қара сызық бойымен ұйымдастыруды атап өтуге болады. Қарастырылып отырған режимді пайдаланған кезде түс сенсорын одан зерттелетін бетке дейінгі қашықтық 1,0 см-ден аспайтындай етіп орналастыру ұсынылады.

«Түс сенсоры» деп аталатын басқа жұмыста бұл режимдер «Сыртқы жарықтандырудың жарықтығы» атауымен толық зерттелген. Қарастырылып отырған режім сол алдыңғы режімге өте ұқсас.

Осы жұмыста қоршаған ортаның табиғи жарық сәулесін өлшеу мақсатқа қойылған. Көрнекі түрде сенсордың жұмыс режимін әлсіз жанатын көк жарық диоды арқылы анықтауға болады. Датчиктің көрсеткіштері келесідей өзгереді: 0 (жарық жоқ), 100 (ең жарқын жарық).

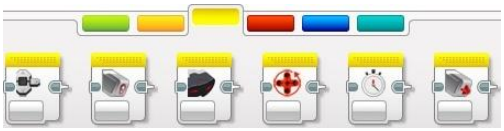
Тәжірибеде сыртқы жарықтандыруды өлшеуді қажет ететін робототехника мәселелерін шешкен кезде сенсорды кеңістікте мүмкіндігінше ашық болатындай және роботтың басқа бөліктері мен конструкцияларымен бітеліп қалмайтындай етіп орналастыру ұсынылады.

Енді сары палитраның мақсатын қарастырайық. Ол палитра Датчиктер - деп аталады. Сары палитрада бағдарламаны орындау барысында әрі қарай өңдеу үшін сенсорлардың ағымдағы көрсеткіштерін алуға мүмкіндік беретін блоктар тобы бар.

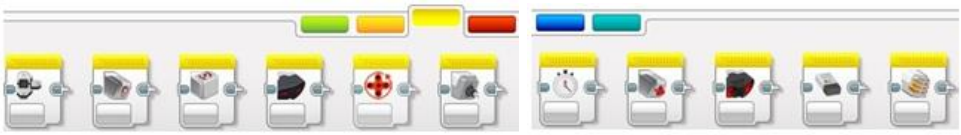
Бағдарламалық блоктан айырмашылығы «Күту» қызғылт сары палитра, сары палитраның бағдарламалық блоктары басқаруды дереу орындалатын бағдарламадағы келесі блоктарға береді. Сары палитра блоктарының саны бағдарламалау ортасының үй және білім беру нұсқаларында ерекшеленеді.

Бағдарламалау ортасының үй нұсқасында конструктордың үй нұсқасына кірмейтін датчиктерге арналған бағдарламалық блоктар жоқ (1-сурет). Бірақ, қажет болған жағдайда, оларды дербес қосуға болады. Конструкцияның білім

беру нұсқасында барлық датчиктерге арналған бағдарламалық блоктар бар. Оларды конструктормен бірге пайдалануға болады (2-сурет).



1-сурет - Сары палитрадағы сенсорлық блоктар
бағдарламалау ортасының үй нұсқасы үшін



2-сурет - Сары палитра датчиктердің барлық түрлерінің шығырдағы
бағдарламалау ортасына арналған

Енді робот пен бөгде зат арасындағы қашықтықты анықтау алгоритмі құрастырылды. Ультрадыбыстық зонд әдетте жиынтықтың білім беру нұсқасында ғана боладыLEGO MINDSTORMS EV3.

Ультрадыбыстық датчиктің негізгі мақсаты - роботтың алдында тұрған заттарға дейінгі қашықтықты анықтау (3-сурет). Стандартты режимде сенсор жоғары жиілікті дыбыс толқынын (ультрадыбыстық) жібереді, сыртқы объектіден шағылысқан толқынды сканерлейді және кері ультрадыбыстық толқынның қайту уақытын есептейді.

Айта кету керек, нысанға дейінгі қашықтықты мм және дюймен жоғары дәлдікпен есептеуге болады. Датчиктің сантиметрдегі өлшеу диапазоны мынаған тең 0 - 255 (см), дюймен - бастап 0 - 100 (дюйм) құрайды. Датчик 3 см (1,5 дюйм) аз қашықтықтағы заттарды анықтамайды.



3-сурет - Ультрадыбыстық датчиктің жалпы көрінісі

Дегенмен, сенсор жұмсақ, тіндік және аз көлемді заттарға дейінгі қашықтықты жеткілікті түрде сенімді түрде өлшемейтінін атап өткен жөн, өйткені олар ультрадыбысты көбірек сіңіреді. Қашықтықты өлшеу режимдерінен басқа оның арнайы режимі бар "Қатысу/тыңдау". Бұл режимде түрлендіргіш ультрадыбыстық импульстарды шығармайды, бірақ басқа ультрадыбыстық түрлендіргіштің импульстарын анықтауға қабілетті.

Нұсқаулық бойынша құрастырылған роботтан "small-robot-45544», әдетте ультрадыбыстық түрлендіргіш корпустың алдында оның қозғалыс бағыты бойынша бекітіледі. Сенсор EV3 модуліне кабель арқылы портқа қосылады. Әрі қарай, робот қозғалысының таңдалған бағыты бойынша

инфрақызыл толқындарды анықтау бойынша зерттеу жүргізілді. Жиынтықтың үй нұсқасын жеткізу кезінде EV3 инфрақызыл сенсор мен маяк роботтың бөлшектері мен элементтерінің бөлігі болып табылады. Бұл өздігінен де, инфрақызыл маякпен жұпта да қолдануға болатын жалғыз сенсор. Жүргізілген эксперименттердегі бұл жұмыс осы екі құрылғының функцияларын, сондай-ақ олардың өзара әрекеттесуін кезең-кезеңімен қарастыруға мүмкіндік береді.

Инфрақызыл сенсор мен маяктың жұмысын сипаттайық. Инфрақызыл датчик (сурет 4) өз жұмысында адамдарға көрінбейтін жарық толқындарын (инфрақызыл толқындар деп аталады) пайдаланады. Дәл осындай толқындар, мысалы, әртүрлі заманауи тұрмыстық техниканы (теледидарлар, тоңазытқыштар, микротолқынды пештер, бейне жабдықтар және сандық музыкалық құрылғылар) қашықтан басқару құралдары қолданылады.



4-сурет - Инфрақызыл датчиктің жалпы көрінісі

Режимде инфрақызыл сенсоры бар робот "Жуықтау" мерзімді түрде инфрақызыл толқындарды шығарады және шағылысқан сигналды қабылдай отырып, оның жолында кедергінің болуын анықтайды. Инфрақызыл маякпен жұптастырылған сенсордың тағы екі жұмыс режимі бар (5 сурет):



5-сурет - Инфрақызыл маяктың көрінісі

- "Қашықтан" режимде инфрақызыл сенсор роботтың қозғалыс жолында орнатылған маяк түймелерінің басылған күйін анықтайды. Бұл режим роботты қашықтан басқаруды ұйымдастыруға және бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы оның қозғалыс динамикасын сақтауға мүмкіндік береді;

- "Маяк" режимде инфрақызыл маяк тұрақты сигналдарды жібереді, оның көмегімен робот корпусындағы сенсор мұндай маяктың шамамен бағыты мен қашықтығын анықтай алады. Бұл режим роботты әрдайым инфрақызыл маяк бағытында жүретін етіп бағдарламалауға мүмкіндік береді. Робот иесі инфрақызыл маякты пайдаланбас бұрын оған "жаңа" екі AAA батареясын орнату керек екенін есте ұстауы керек.

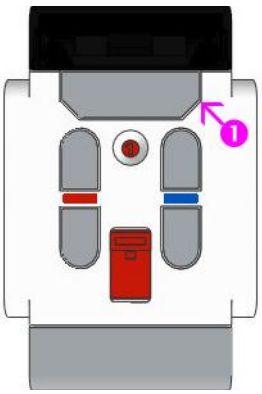
Әрі қарай инфрақызыл датчиктің "Жақындық" режимінің функцияларын жүзеге асырамыз. Инфрақызыл сенсордың бұл жұмыс режимі ультрадыбыстық сенсор арқылы бөгде затқа дейінгі қашықтықты анықтау режиміне ұқсас. Айырмашылық жарық толқындарының табиғатында жатыр: егер дыбыс толқындары объектілерден іс жүзінде жұтылмай шағылысса (шағылысқан сигналдың әлсіреуі минималды), онда жарық толқындарының шағылысуына заттың құрамы мен материалы ғана емес, сонымен қатар бетінің түсі де әсер етеді. Жалпы физика теориясынан белгілі болғандай, қара түстер, ашық түстерден айырмашылығы, жарық ағынын күштірек сіңіреді. Бұл қасиет инфрақызыл датчиктің жұмысына негізделген.

Инфрақызыл сенсордың жұмыс диапазоны да ультрадыбыстық сенсордан ерекшеленеді және оның мәні мыналардан таңдалады 0 (тақырып өте жақын) дейін 100 (нысан алыс немесе әлі табылған жоқ).

Бұл инфрақызыл сенсорды анықталатын нысанға дейінгі нақты қашықтықты анықтау үшін пайдалану мүмкін емес дегенді білдіреді, өйткені оның "Жуықтау" режиміндегі көрсеткіштеріне нысан бетінің түсі әсер етеді. Өз кезегінде, бұл қасиетті роботқа дейінгі қашықтықта орналасқан заттың бетіндегі ашық және қою түстерді ажырату үшін пайдалануға болады. Инфрақызыл датчик өзінің алдындағы кедергіні анықтау міндетін ойдағыдай шешеді.

Зерттеу жылжымалы платформаның келе жатқан маякқа қарай қозғалысын ұйымдастырумен жалғасты. Инфрақызыл датчик пен маяктың бірлескен жұмыс режимі игерілді, ол "режим" деп аталады.Маяк". Бұл режимде инфрақызыл сенсор маяк арқылы инфрақызыл толқындардың сәулеленуін анықтау қабілетін көрсетеді, сонымен қатар маяктың көру бұрышы мен оған дейінгі қашықтықты есептеуге арналған бағдарлама жазады.

Инфрақызыл сенсордың "Маяк" режимін қарастырайық. Инфрақызыл толқындардың маяктарын сәулелендіру үшін бөлек орналасқан көлденең сұр батырманы басу керек (6-сурет) және маякты сигналдың үздіксіз сәулелену режиміне қою керек (6-сурет, 1 белгі). Инфрақызыл маяк шығарылған кезде жасыл шам жанады.



6-сурет - Инфрақызыл датчиктің "шамшырағы" режімін қосу

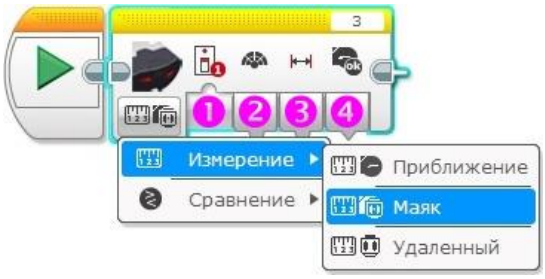
Блоктың жұмысын қарастырайық: "Инфрақызыл датчик" сары палитрада орналасқан. Мәзірде "Өлшем" → «Маяк" "Өлшеу" режимін таңдаймыз (7-сурет). Бұл блокта маяктың жұмыс арнасының нөмірін анықтайтын 1 кіріс параметрі бар (7-сурет), сонымен қатар 3 шығыс параметрі: «Бағыт" (2-тармақ), «Жуықтау" (3-позиция) және "Табылды" (4-позиция).

Роботпен келесі әрекеттерді орындау үшін шығыс параметрлерінің мәндерін сипаттаймыз:

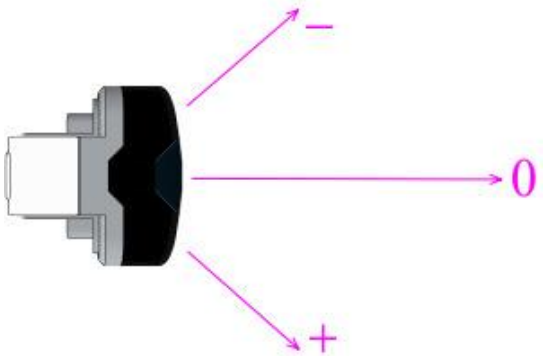
- "Табылды" шамасы логикалық мәнді береді "Иә", егер инфрақызыл маякты сенсор анықтаса және "Жоқ" - керісінше жағдайда;

- "Жуықтау" шамасы диапазонда орнатылады 0 – 100 арасы шамасыға тең мән. 0 шамасы инфрақызыл маяк өте жақын екенін білдіреді. Кіші мәндер 100, инфрақызыл маяк сенсор арқылы сенімді түрде анықталатыны және роботтан салыстырмалы қашықтықта орналасқаны туралы сигнал беріледі. -Ге тең мән 100 маяктың алыс екенін немесе тіпті сенсор арқылы анықталмағанын айтады;

- "Бағыт" шамасы аралығындағы сандық мәнді береді -25-тен +25-ке тең мән 0, маяк инфрақызыл сенсорға қатаң қарама -қарсы орналасқанын білдіреді (ү-сурет). Теріс мәндер инфрақызыл сенсордың сенсор бағытынан солға (сағат тіліне қарсы), ал оң мәндер оң жаққа (сағат тілімен) ауытқуын көрсетеді.



7-сурет - Инфрақызыл датчигі блогының шамаларын баптау



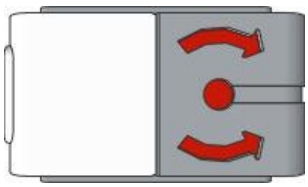
8-сурет – Шаманы таңдау аралығымен инфрақызыл датчиктің "жуықтауын" реттеу

Алған нәтижелерді тәжірибеде қолдана отырып, сенсоры бар роботқа инфрақызыл маякты табуға және оның соңынан еруге мүмкіндік беретін бағдарлама құрамыз.

Платформаның айналу бұрышының параметрлерін және оның айналу жылдамдығын есептейміз. Гироскопиялық сенсорды меңгеру бойынша тәжірибелік жоспар құрастырылды. Бұл сенсор, ультрадыбыстық сияқты, жиынтықтың білім беру нұсқасының бөлігі болып табылады.

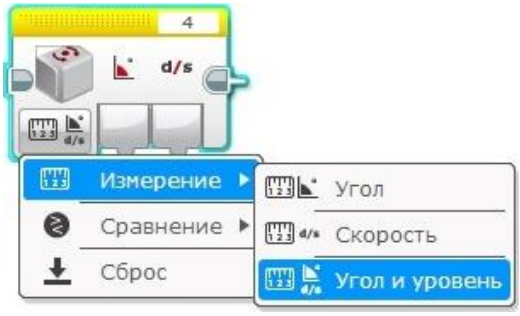
Гироскопиялық датчик (9-сурет) робот корпусының айналу бұрышын немесе оның айналу жылдамдығын өлшеуге арналған. Датчик корпусының жоғарғы жағында сенсор жұмыс істейтін жазықтықты білдіретін екі қызыл көрсеткі бар. Сондықтан сенсорды роботтың корпусына дұрыс орнату маңызды.

Сондай-ақ дәлірек өлшеу үшін гироскопиялық сенсордың бекіткіші оның робот корпусына қатысты қозғалғыштығын болдырмауы керек. Роботтың түзу сызықты қозғалысы кезінде де гироскопиялық сенсор айналу бұрышы мен жылдамдығын өлшеу қателігін жинақтай алады, сондықтан өлшеудің алдында сенсордың ағымдағы көрсеткішін нөлге теңестіру керек. Роботтың сағат тіліне қарсы айналуы өлшемдердің теріс мәндерін, ал сағат тілімен айналуы оң мәндерді құрайды.

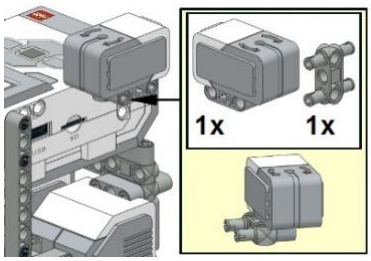


9-сурет - Жалпы көрініс гироскопиялық датчиктің

Блокты қарастырайық: «Гироскопиялық датчик» сары палитрада орналасқан (10-сурет). Бұл блоктың 3 жұмыс режимі бар: «Өлшем», «Салыстыру» және «Қалпына келтіру».



10-сурет - Гироскопиялық датчиктің лшеу режімдеріне көрініс



11-сурет – Роботтың корпусына гироскопиялық датчикті бекіту көрінісі

Режимде «Өлшем» датчиктің өлшеу әрекеттерін және реттелетін параметрлері бар сигналдарды тіркеуді жүзеге асыруға болады «Бұрыш», «Жылдамдық» немесе бір уақытта "Бұрыш және жылдамдық" (10-сурет).

Гироскопиялық датчик коннектормен робот корпусының жоғарғы жағына мықтап бекітілген (11-сурет), кабель арқылы портқа қосылған. Осылайша, зерттеу жұмыстарын жүргізе отырып, роботты қолданушы конструктор элементтерін, блоктарын, датчиктерін игерудің 1 кезеңін аяқтайды. Сондай-ақ модульдің бағдарламалық блоктарының жұмыс режимдерімен танысу EV3 және олардың параметрлерін реттеу арқылы.

LEGO конструкторының иесі игерген білімі мен дағдыларына сәйкестік сертификатын ала отырып, «Алғашқы қадамдар» жұмысын сәтті еңсеруіне болады, сонда оның алдында робототехниканың танымал мәселелерін шешумен айналысу кезеңдері күтіп тұр.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Құлмамыров С. А., Әбдібекова Л. М. Mindstorms EV3 контроллерімен роботты басқару: оқу құралы. – Астана: ҚазТБУ, 2025. – 156 б.

2. Лопатин П. К. Манипуляциялық роботты белгісіз кедергілері бар ортада жылжыту алгоритмі // ХабаршыСибГАУ. – 3 (36). – 2011. – Б. 53-57.

3. Николаев А. Б., Остроух А. В. Интеллектуалды жүйелер: оқу құралы // - М .: МАДИ, 2012. – 271 б.

4. LEGO MINDSTORMS Education EV3 ортасын пайдалану жөніндегі нұсқаулық.. LEGO GROUP. 2013.

Сарсенбаева Н. Қ., 2-курс студенті,
Ғылыми жетекшісі: **Құлмамыров С. А.**,
т.ғ.к., ХИА академигі, доцент м. а.,
«Esil University» мекемесі, Астана.

ПАЙДАЛАНУШЫНЫҢ БЕТ-ӘЛПЕТІНЕН ТАНУ СӘЙКЕСТІГІН FAR ЖӘНЕ FRR ШАМАЛАРЫМЕН АНЫҚТАУ

Аңдатпа: Бұл мақалада қол-жетімділікті басқару жүйесінде бет-әлпетті тану технологиясын қолдану мәселелері қарастырылды. Пайдаланушыны сәйкестендіру шамасын анықтау үшін FAR және FRR көрсеткіштері талданды. Аталмыш жүйенің қауіпсіздігін арттыру мақсатында «анти-спуфинг» әдісі зерттелді. Нәтижесінде бет-әлпетті танудың тиімділігі мен сенімділігі анықталды.

Кілт сөздер: СКУД, бет-әлпетті тану, биометриялық сәйкестендіру, FAR, FRR, антиспуфинг.

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы использования технологии распознавания лиц в системе контроля доступа. Для определения степени идентификации пользователя были проанализированы показатели FAR и FRR. С целью повышения безопасности системы был изучен метод «защиты от подделки». В результате была определена эффективность и надежность распознавания лиц.

Ключевые слова: система контроля доступа, распознавание лиц, биометрическая идентификация, FAR, FRR, защита от подделки.

Abstract: This article discusses the issues of using facial recognition technology in an access control system. To determine the degree of user identification, the FAR and FRR indicators were analyzed. In order to increase the security of the system, the "antispoofing" method was studied. As a result, the effectiveness and reliability of facial recognition were determined.

Keywords: ACS, facial recognition, biometric identification, FAR, FRR, antispoofing.

Қолжетімділік шамасын басқару жүйесі қауіпсіздікті қамтамасыз етудің маңызды құралдарының бірі болып табылады және түрлі мекемелерде кеңінен қолданылады. Мұндай жүйелердің негізгі мақсаты - рұқсат етілген пайдаланушыларды анықтап, бөгде тұлғалардың кіруін шектеу болып саналады.

Дәстүрлі сәйкестендіру тәсілдері, мысалы карта, кілт немесе пароль қолдану, әрқашан сенімді бола бермейді, себебі олар жоғалуы немесе бөгде адамға берілуі мүмкін. Осыған байланысты қазіргі кезде биометриялық сәйкестендіру әдістері, соның ішінде бет-әлпетті тану технологиясы, қауіпсіз әрі тиімді шешім ретінде кеңінен қолданылуда [1].

Бұл мақалада СКУД жүйесінде бет-әлпетті тану технологиясын қолдану, оның дәлдігін FAR және FRR көрсеткіштері арқылы бағалау және антиспуфинг әдісін қарастырған жөн.

Бұл мақалада бет-әлпетті тану жүйесін игеру үшін Python қолданылды. Бет бейнесін анықтау және өңдеу үшін OpenCV кітапханасы, ал пайдаланушы интерфейсін құру үшін Streamlit платформасы пайдаланылды.

Жүйеде пайдаланушылардың бет суреттері алдын ала тіркеліп, деректер қорына сақталады. Кейін камерадан алынған нақты уақыттағы бейне осы үлгілермен салыстырылып, ұқсастық деңгейі анықталады. Егер сәйкестік көрсеткіші белгіленген шектен жоғары болса, пайдаланушыға қолжетімділік беріледі. Ұсынылған әдістеме сәйкестендіру үрдісін автоматтандырып, жүйенің сенімді жұмысын қамтамасыз етеді [2].

Бет-әлпетті тану технологиясының жұмыс қағидасын анықтайық [3]. Бұл технология адамның жеке биометриялық ерекшеліктерін қолдану арқылы оның тұлғасын анықтауға негізделген. Аталмыш технологияның мақсаты - әр адамға тән бет құрылымын сандық пішінде сипаттап, оны басқа бағдарламалармен салыстыру.

Алдымен жүйе камерадан алынған кескіннен адамның бетін анықтап, бет аймағын фоннан бөліп алады. Кейін көз, мұрын, ерін және жақ сызықтары сияқты негізгі биометриялық нүктелер белгіленеді. Осы мәліметтер негізінде адамның бірегей сандық сипаттамасы қалыптасады.

Алынған шамалар жүйеде сақталған эталондық үлгілермен салыстырылып, сәйкестік деңгейі есептеледі. Егер бұл көрсеткіш жеткілікті жоғары болса, пайдаланушы расталып, жүйе оған қолжетімділік береді. Осылайша бет-әлпетті тану технологиясы СКУД жүйелерінде жылдам әрі қауіпсіз сәйкестендіру құралы ретінде қолданылады.

Бет-әлпетті тану жүйесінің тиімділігін бағалауда FAR және FRR шамалары маңызды рөл атқаратыны белгілі [3]. Олар жүйенің дәлдігі мен сенімділігін анықтауға мүмкіндік береді.

FAR (False Accept Rate) - бөгде адамның қате түрде тіркелген пайдаланушы ретінде қабылдану ықтималдығы. Бұл көрсеткіш жоғары болса, жүйенің қауіпсіздігі төмендейді.

FRR (False Reject Rate) - тіркелген пайдаланушының жүйе арқылы танылмай қалу ықтималдығы. FRR жоғары болған жағдайда жүйенің қолайлылығы азаяды.

Осылайша, FAR қауіпсіздік деңгейін сипаттаса, FRR пайдаланушыға қолайлылықты көрсетеді. Жүйенің тиімді жұмысы үшін осы екі көрсеткіш арасындағы тепе-теңдікті сақтау маңызды.

Бет-әлпетті тану жүйелеріндегі негізгі қауіптердің бірі - жалған бейне арқылы жүйені алдау әрекеттері. Мұндай жағдайда шабуыл жасаушылар фотосурет, экрандағы бейне немесе алдын ала жазылған видеоны пайдаланып, заңсыз кіруге тырысады. Осындай қауіптердің алдын алу үшін анти-спуфинг әдістері қолданылады [4].

«Антиспуфинг» камера алдындағы бейненің шынайы тірі адамға тиесілі екенін тексереді. Бұл технология көз жыпылықтауы, бас қозғалысы және жарық өзгерісі сияқты табиғи белгілерді талдау арқылы жалған сурет пен нақты адамды ажыратады.

Егер жүйе жалған әрекетті анықтаса, қолжетімділік берілмейді. Осылайша анти-спуфинг бет-әлпетті тану жүйесінің қауіпсіздігін арттырып, бөгде адамдардың заңсыз кіру қаупін азайтады.

Тәжірибеде бет-әлпетті тану негізіндегі қолжетімділікті игеру жүйесінің жұмыс үлгісі қарастырылды. Жүйе бірнеше негізгі модульден тұрады: пайдаланушыны тіркеу, бет бейнесін сканерлеу, сәйкестендіру, нәтижені көрсету және әрекеттер журналын сақтау [5].

Алдымен жүйеде жаңа пайдаланушыларды тіркеу жүзеге асырылды. Камера арқылы алынған бет суреті пайдаланушы атымен бірге деректер базасына сақталады және кейін сәйкестендіру кезінде эталон ретінде қолданылады.

Келесі кезеңде камерадан алынған нақты уақыттағы бейне базаға енгізілген үлгілермен салыстырылады. Егер ұқсастық деңгейі белгіленген

шектен жоғары болса, жүйе пайдаланушыны растап, қолжетімділік береді. Ал сәйкестік жеткіліксіз болған жағдайда кіруге тыйым салынады.

Сонымен қатар, жүйедегі барлық әрекеттер автоматты түрде журналға тіркеледі. Онда тексеру уақыты, нәтиже мәртебесі және сәйкестік пайызы көрсетіледі.

Жүйенің интерфейсі пайдаланушыға ыңғайлы етіп жасалды. Онда тіркеу, сканерлеу, статистика қарау және параметрлерді баптау бөлімдері қарастырылған. Бұл жүйенің нақты қолдануға дайын үлгісін көрсетеді.

Жүйені сынақтан өткізу барысында бет-әлпетті тану алгоритмінің пайдаланушыны сенімді анықтай алатыны байқалды. Тіркелген пайдаланушылардың басым бөлігі дұрыс сәйкестендіріліп, жүйе нақты уақыт режимінде тұрақты жұмыс көрсетті.

Тестілеу нәтижесінде FAR және FRR шамалары есептелінді. FAR мәнінің төмен болуы бөгде адамға қате рұқсат беру ықтималдығы аз екенін, ал FRR көрсеткіші тіркелген пайдаланушылардың көп жағдайда дұрыс танылатынын көрсетті. Бұл жүйе қауіпсіздік пен қолайлылық арасындағы тепе-теңдікті сақтайтынын дәлелдейді.

Антиспуфинг тексеруі кезінде жалған фотосурет және экран арқылы жасалған әрекеттердің басым бөлігі анықталып, бұғатталды. Жалпы нәтижелер әзірленген СКУД жүйесінің сенімді әрі тәжірибелік қолдануға жарамды екенін көрсетті.

Қорытындылай келе, бұл мақалада СКУД жүйесінде бет-әлпетті тану технологиясын қолданудың негізгі аспектілері қарастырылды. Зерттеу барысында FAR және FRR көрсеткіштері арқылы жүйенің дәлдігі бағаланып, анти-спуфинг әдістерінің қауіпсіздікті арттырудағы маңызы анықталды [6].

Тәжірибелік тұрғыда әзірленген жүйе нақты уақыт аралығында тұрақты жұмыс істеді, пайдаланушыларды сенімді сәйкестендіретіні анықталды. Анти-спуфинг жалған әрекеттерді тиімді анықтап, бұғаттай алды. Осылайша, ұсынылған шешім СКУД жүйелерінде қолдануға жарамды, сенімді және қауіпсіз тәсіл болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Қазақстан Республикасы Цифрлық даму, инновациялар және аэроғарыш өнеркәсібі министрлігі. Биометриялық сәйкестендіру және цифрлық технологиялар туралы ресми ақпарат. – 2024. –
ttps://www.gov.kz/memleket/entities/mdai.

2. Қазақстан Республикасының Әділет министрлігі. «Дербес деректер және оларды қорғау туралы» Қазақстан Республикасының Заңы. – 2023. –https://adilet.zan.kz.

3. Утеген Д., Рахметов Б. Ж. Facial Recognition Technology and Ensuring Security of Biometric Data // CyberLeninka. – 2023. –

https://cyberleninka.ru/article/n/facial-recognition-technology-and-ensuring-security-of-biometric-data-comparative-analysis-of-legal-regulation-models.

4. Досжанова А. Face ID технологиясын қолданудың құқықтық негіздері // Л. Н. Гумилев атындағы ЕҰУ хабаршысы. – 2025. – https://bullaw.enu.kz/index.php/main/article/view/602.

5. Методы оценки FAR и FRR в биометрических системах распознавания лиц. // CyberLeninka. – 2022. – https://cyberleninka.ru.

6. Как работают системы распознавания лиц и антиспуфинг: современные подходы. // Habr. – 2024. –

https://habr.com/ru/search/?q=антиспуфинг%20распознавание%20лиц.

Битибай К. С., магистрант 1 курса,
Ғылыми жетекшісі: **Құлмамыров С. А.**,
т.ғ.к., ХИА академигі, доцент м. а.,
«Esil University» мекемесі, Астана.

НОВЫЙ ПОДХОД ПРИМЕНЕНИЯ ИС В КОРПОРАТИВНОМ ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

Аннотация: В статье обсуждена проблема дистанционного обучения в среде ИС. В корпоративном дистанционном обучении являются задействование нерабочего времени сотрудников, отслеживание прогресса обучения с возможностью корректировки, а также стремление к минимизации затрат и рисков возникновения дополнительных ввиду человеческого фактора. Использование информационных СДО имеет достоинства перед традиционными формами. Но это сопровождаться технологическими, организационными, психологическими и финансовыми проблемами в комплексе, степень проявления и важность решения которых варьируется среди различных организаций.

Ключевые слова: ИС, СДО, наставничество, коучинг, менторинг, тьюторство, человеческий фактор.

Аңдатпа: Бұл мақалада ақпараттық жүйедегі (АЖ) қашықтықтан оқыту мәселесі талқыланады. Корпоративтік қашықтықтан оқыту қызметкерлердің жұмыстан тыс уақытын пайдалануды, оқу үдерісін реттеу мүмкіндігімен бақылауды және қосымша адами қателіктердің шығындары мен тәуекелдерін азайтуды қамтиды. Ақпаратқа негізделген қашықтықтан оқыту жүйелерін (ҚҚО) пайдаланудың дәстүрлі нысандарға қарағанда артықшылықтары бар. Дегенмен, бұл технологиялық, ұйымдастырушылық, психологиялық және қаржылық қиындықтардың үйлесімімен қатар жүреді, олардың көрініс дәрежесі және шешудің маңыздылығы ұйымдар арасында әртүрлі.

Кілт сөздер: АЖ, ҚҚО, тәлімгерлік, коучинг, репетиторлық, адами қателік.

Abstract: This article discusses the problem of distance learning in an information system (IS). Corporate distance learning involves utilizing employees'

non-working time, tracking learning progress with the ability to adjust, and minimizing costs and risks of additional human error. The use of information-based distance learning systems (DLS) has advantages over traditional forms. However, this is accompanied by a combination of technological, organizational, psychological, and financial challenges, the degree of manifestation and the importance of addressing which vary among organizations.
Keywords: IS, DLS, mentoring, coaching, tutoring, human error.

В отличие от традиционного академического образования, корпоративное обучение обладает 2 характеристиками, определяющими его специфику:

– необходимость выполнения рабочих обязанностей обучаемыми;

– непосредственное влияние результатов обучения на финансовые результаты организации.

Традиционным подходом для решения проблем, связанных с первой характеристикой, является применение определённой модели корпоративного обучения – структуры системы обучения, в основе которой лежит подход к распределению/соотношению видов обучения (формальное, неформальное, социальное), принятый в организации. Формальное обучение – это структурированное обучение в рамках определенных образовательных программ, курсов и иных образовательных событий. При этом цели и результаты обучения формально определены и прописаны. Неформальное обучение – обучение, цели которого явно не определяются. Неформальное обучение неотрывно связано с ежедневной профессиональной деятельностью и включает в себя обучение на рабочем месте методом проб и ошибок.

Социальное обучение – обучение посредством взаимодействия с другими обучающимися. Чаще всего происходит неформально и неосознанно и является закономерным результатом профессиональной деятельности и жизни обучающегося.

Наиболее распространённой моделью структуры обучения является модель 70-20-10, где 70% отводится обучению на рабочем месте, 20% – формальному, 10% приходится на социальное обучение (сюда же включают наставничество, коучинг, менторинг, тьюторство).

Основоположниками модели 70-20-10 считаются Морган Маккол из центра креативного лидерства в США. Члены команды Майкл Ломбардо и Роберт Эйчингер описали подход к обучению 70-20-10 в своей книге под названием «Исследование индивидуальных планов развития» (1996) [14].

В последние годы многие ученые выступили против предполагаемой эффективности модели. Критики указывают на недостаток эмпирических вспомогательных данных, необходимость применения идеально четных чисел и субъективность. Также предполагается, что модель не отражает глобальных трендов корпоративного обучения, прежде всего связанных с развитием технологий, таких как возрастающая роль социального обучения.

В исследовании 2014 года консалтинговая фирма Bersin by Deloitte составила портрет современного работника [15]:

– не читает все до конца. На просмотр одного цифрового документа работник тратит в среднем 20 секунд и читает только 25% текста;

– не удерживает внимание. Если в 2000 году средний период внимания, т.е. промежуток времени, в течение которого мы можем сфокусировать наше внимание на отдельном стимуле или мысли, при серфинге в сети составлял 12 секунд, то в 2013 году уже 8 секунд;

– быстро забывает изученное. 80% изученного забывается в течение 30 дней после окончания процесса обучения, 90% - в течение года.

С учётом данных факторов разрабатывались модели с иными соотношениями, среди которых одной из наиболее популярных является модель 33-33-33 от Ассоциации развития талантов, где время распределяется равномерно между формальным, неформальным и социальным обучением.

И хотя на первый взгляд может показаться, что по сравнению с моделью 70-20-10 объём выполнения рабочих обязанностей сокращается в 2 раза, выход на равномерные соотношения достигается за счёт использования нерабочего времени: социальное обучение с помощью таких технологий, как форумы и социальные сети, а формальное – посредством информационных систем [1].

Говоря о второй характеристике, показателем, оценивающим результаты обучения, является его эффективность – мера совпадения реально достигнутых результатов с целями, предусмотренными образовательной программой. Существуют различные модели оценки эффективности, среди которых предложенная в 1959 году Дональдом Киркпатриком получила широкое распространение и сегодня является классической. Она предполагает, что оценка осуществляется на четырех уровнях, однако важность этих уровней для разных заинтересованных сторон различна:

Уровень 1. Реакция. В какой степени участники обучения реагируют позитивно на обучающее событие.

Уровень 2. Научение. В какой степени участники приобрели ожидаемые знания, умения и установки, основанные на их участии в обучающем событии.

Уровень 3. Поведение. В какой степени участники применяют то, что изучили в ходе обучения, когда они вернулись обратно на рабочее место.

Уровень 4. Результаты. В какой степени целевые результаты компании являются следствием обучающих мероприятий и последующих событий (напоминание, оценка, контроль).

Джек Филлипс в 1991 году добавил в четырехэтапную модель качественно новый пятый уровень, предложив рассчитать экономический эффект от обучения – возврат на инвестиции, отношение денежного выражения всех выгод, связанных с обучением, к денежной оценке всех затрат (инвестиций) в обучение.

Расчёт этого показателя сложен и во многом субъективен, поэтому часто его получение не несет значительной ценности. Исследование международной

Ассоциации по развитию талантов показало: для большинства компаний-заказчиков обучения первый и второй уровни оказываются не столь важными.

Наибольшее значение для них имеют третий и четвертый уровни, показывающие, насколько проведенное обучение влияет на изменение поведения участников и на результаты компании в целом.

Результативность в виде финансового отчёта получить значительно проще, чем психологическую оценку сотрудника. Однако сложность получения не является поводом игнорирования этого.

Традиционными способами получения оценок уровней реакции и научения являются опросы и наблюдения. Информационные системы дистанционного обучения, в свою очередь, позволяют отслеживать поведение пользователя с помощью таких метрик, как время изучения материала, возврат к предыдущим темам, концентрация внимания на отдельных фрагментах, процент неактивности и других. Более того, благодаря данным метрикам появляется возможность оптимизации процесса обучения, что благоприятно отразится на конечных результатах.

ИС выступают в качестве информационных хранилищ, что позволяет не только сохранить накопленный опыт, но и воспроизвести его в изначальной форме. К тому же, затраты на содержание таких систем зачастую меньше в сравнении с оплатой труда соответствующих специалистов-тренеров.

Внедрение дистанционной системы решает проблему масштабируемости, присущую очному образованию. В последнем обучение большего количества людей требует больше временных затрат, в то время как записанные курсы не нуждаются в них, хоть и для создания которых прилагается больше усилий.

Согласно сказанному ранее, использование систем корпоративного дистанционного обучения имеет ряд достоинств перед традиционными формами. На данном этапе развития интернет-технологий и методов дистанционного обучения существует ряд проблем [16], классифицируемым по следующим типам: технологические, организационные, финансовые.

Проблемы технологического характера:

− необходимость доступа к источникам информации [16]. В частности, требуется доступ к сети Интернет, который отсутствовал у 37,77% населения Республики Беларусь по состоянию на июнь 2017 года [17]. Более того, кроме технической готовности к использованию средств дистанционного обучения, пользователи должны обладать навыками владения компьютерной техникой: согласно исследованию, проводимому Организацией экономического сотрудничества и развития с 2011 по 2015 годы, лишь 31% людей в возрасте от 16 до 65 лет обладали рекомендованным уровнем [18];

− одной из проблем интернет-обучения остается проблема аутентификации пользователя при проверке знаний. Большинство дистанционных программ по-прежнему предполагает очную экзаменационную сессию. Невоз-

можно сказать, кто на другом конце провода. В ряде случаев это является проблемой и требует специальных мер, например, установки видеокамер на стороне обучающего и соответствующего ПО обучения. Ввиду недостаточной компьютерной грамотности многие преподаватели отдают предпочтение классическому образованию [16];

− высокая трудоемкость разработки курсов ДО [16];

− недостаточная интерактивность современных курсов дистанционного обучения. В настоящее время содержательную основу курсов составляют лекции в виде текстовых материалов и простейших графических объектов (рисунки, фото), блоки контроля знаний в виде тестовых заданий [16];

− ограниченность или невозможность использования специальных инструментов. Речь идёт об устройствах взаимодействия: традиционно к ним относятся клавиатура, мышь и сенсорный экран, в последние годы – микрофон, графический планшет и контроллеры виртуальной реальности [19].

Физические объекты – такие, как станок с ЧПУ или пульт управления – потребуют создания либо специальных приспособлений, имитирующих их работу, либо виртуальных тренажёров.

Организационные проблемы:

− высокие требования к постановке задачи на обучение, администрированию процесса, сложность мотивации слушателей [16];

− обучающие программы и курсы могут быть недостаточно хорошо разработаны из-за того, что квалифицированных специалистов, способных создавать подобные учебные пособия, на сегодняшний день не так много. Мало методических материалов по подготовке и проведению дистанционного обучения [16];

− линейность образовательных программ. Несмотря на наличие опции адаптации к прогрессу учащегося, ввиду невозможности покрыть всех вариантов предпочтительным методом остаётся прохождение курса заново.

Проблемы психологического характера:

− отсутствие прямого очного общения между обучающимися и преподавателем. Процесс обучения затрудняется при отсутствии эмоциональной окраски знаний. В частности, возникает проблема создания творческой атмосферы в группе обучающихся [16];

− необходимость наличия целого ряда индивидуально-психологических условий. Для дистанционного обучения необходима жесткая самодисциплина, а его результат напрямую зависит от самостоятельности и сознательности учащегося [16];

− обучающиеся ощущают недостаток практических занятий [16];

− нервно-эмоциональное напряжение, связанное с влиянием компьютера на психику человека [16, 20];

− промежуточный контроль в курсах по требованию, которые являются типичной формой дистанционного обучения, может быть менее выражен, чем

при очных занятиях, или отсутствовать, что увеличивает риски неудовлетворительной успеваемости.

Финансовые проблемы:

− высокая стоимость построения системы дистанционного обучения, на начальном этапе создания системы, велики расходы на создание системы дистанционного обучения, самих курсов дистанционного обучения и покупку технического обеспечения [16];

− в значительной степени размер затрат будет зависеть от полноты решения проблем предыдущих категорий.

Следует отметить, что выраженность обозначенных проблем меняется от организации к организации. Соответственно, важность их решения также варьируется в зависимости от различных факторов, в частности, от типа организации и поставленных ею задач. Подводя итог, наиболее важными особенностями использования ИС в корпоративном дистанционном обучении являются задействование нерабочего времени сотрудников, отслеживание прогресса обучения с возможностью корректировки, а также стремление к минимизации затрат и рисков возникновения дополнительных ввиду человеческого фактора.

Использование информационных СДО имеет ряд достоинств перед традиционными формами, однако может сопровождаться некоторыми технологическими, организационными, психологическими и финансовыми проблемами, степень проявления и важность решения которых варьируется среди различных организаций.

Список использованных источников:

1. Бузулукова Е.В. Факторы успеха транснациональных корпораций на российском рынке // Российское предпринимательство. – 2012. – Том 13. – № 10. – С. 11-16.

2. Человеческий капитал // Центр стратегических разработок (ЦСР) – 2018. –https://www.csr.ru/chelovecheskij-kapital/.

3. Человеческий фактор в информационной безопасности // Хабр. – 2018.

4. Роботы уже занимают наши рабочие места. Что дальше? // Rusbase. – 2018. – https://rb.ru/story/predosterezhenie-ot-billa-gejtsa-ilona-maska-i-stivena-hokinga/.

5. Современные тенденции в дополнительном образовании взрослых: материалы III Международной научно-методической конференции, Минск, 21 октября 2016 г.: в 2 ч. Ч. 1. // Электронная библиотека БГУ. – 2018.

6. Олекс О. А. Организационное и научно-методическое обеспечение дополнительного образования взрослых: проблемы и пути решения / О.А. Олекс. // Дополнительное образование взрослых: проблемы и перспективы развития: материалы междунар. науч.- практ. конф., Минск, 21 мая 2015 г. / «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь. – Минск, 2015. – С. 26–31.

7. Тюнников Ю. С., Мазниченко М. А. Развитие системы дополнительного профессионального образования: современные вызовы, теория и практика: монография. М., 2014. 384 с.

8. Брезгунова И. В. Технологии разработки электронных образовательных ресурсов в LMS Moodle / И. В. Брезгунова, С. И. Максимов, В. М. Шульганова. – Мн.: РИВШ, 2016. – 85 с.

9. Корпоративное обучение для цифрового мира / Под ред. Катькало В. С. - М: АНО ДПО «Корпоративный университет Сбербанка», 2017. - 200 с.

10. Кодекс Республики Беларусь об образовании: принят Палатой представителей 2 декабря 2010 г.

11. Запуск прибыльного дистанционного обучения на практике / А. В. Ковалев, И. В. Кохас. – Санкт-Петербург: 2015. – 69 с.

12. Дистанционное обучение / Д. З. Ахметова. – Казань: Изд-во «Познание» Института экономики, управления и права, 2009. – 176 с.

13. Никуличева Н. В. Дистанционное обучение в образовании: организация и реализация. – Saarbrьcken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 212 с.

14. Методы обучения. Как получить результат от учёбы? // Адукар - учреждения образования Беларуси. – 2018.

15. Исследования, новости, услуги, решения для бизнеса и перспективы // «Делойт», СНГ [Электронный ресурс]. – 2018.

16. Лазутин С. Б. Проблемы организации системы дистанционного обучения и ее эффективности // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2011. – № 1. – С. 204–206.

Жаксылык А. Т., магистрант 1 курса,
Ғылыми жетекшісі: **Құлмамыров С. А.**,
т.ғ.к., ХИА академигі, доцент м. а.,
«Esil University» мекемесі, Астана.

ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ ИС ЧЕРЕЗ УПРАВЛЕНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКИМИ ТЕРМИНАЛАМИ

Аңдатпа: Представлены результаты исследований автора статьи при проведении диссертационной работы по магистратуре. Проведен анализ предметной области диссертации и обоснована необходимость создания централизованной ИС управления биометрическими терминалами. Сформированы требования и разработана архитектура ИС для поддержки устройств различных производителей и логическая модель БД, обеспечивающая целостность и защиту от дублирования событий. Сформулированы требования к модулям управления пользователями, устройствами, синхронизациями, журналами и отчётностью.

Ключевые слолова: ИС, FR, NFR, RBAC, биометрический терминал, логическая модель, дублирование событий, модули управления данными.

Аңдатпа: Автор магистрлік диссертациясы кезіндегі зерттеу нәтижелерін ұсынады. Автор диссертацияның тақырыптық саласын талдап, биометриялық терминалдарды басқаруға арналған орталықтандырылған ақпараттық жүйені құру қажеттілігін негіздеді. Әртүрлі өндірушілердің құрылғыларын қолдау үшін ақпараттық жүйеге қойылатын талаптар тұжырымдалды және архитектура жасалды, сонымен қатар тұтастықты және оқиғалардың қайталануынан қорғауды қамтамасыз ететін логикалық дерекқор моделі жасалды. Пайдаланушыға, құрылғыға, синхрондауға, журналға және есеп беруді басқару модульдеріне қойылатын талаптар тұжырымдалды.

Кілт сөздер: ақпараттық жүйе, FR, NFR, RBAC, биометриялық терминал, логикалық модель, оқиғалардың қайталануы, деректерді басқару модульдері.

Abstract: The author presents the results of her research during her master's thesis. The author analyzed the subject area of the thesis and substantiated the need to create a centralized information system for managing biometric terminals. Requirements were formulated and an architecture for the information system was developed to support devices from various manufacturers, along with a logical database model ensuring integrity and protection against event duplication. Requirements for user, device, synchronization, log, and reporting management modules were formulated.

Keywords: information system, FR, NFR, RBAC, biometric terminal, logical model, event duplication, data management modules.

Разработка информационной системы (ИС) управления биометрическими терминалами начинается с формализации требований, которые определяют границы функциональности, целевые показатели качества и эксплуатационные характеристики. Требования в рамках работы разделяются на функциональные (FR) и нефункциональные (NFR).

К функциональным требованиям относятся:

- централизованное ведение справочников пользователей, устройств, организационной структуры и рабочих графиков;
- регистрация пользователей в системе и синхронизация их данных с терминалами;
- управление биометрическими данными пользователей (при наличии поддержки со стороны устройств): фото лица, шаблоны и идентификаторы;
- настройка параметров устройств: сетевые реквизиты, протокол взаимодействия, режимы обмена, принадлежность к группам;
- сбор событий и журналов с устройств, их нормализация и сохранение в едином хранилище;
- фильтрация, поиск и визуализация событий по пользователям, устройствам, датам и типам событий;

- формирование отчётности по посещаемости с учётом графиков работы, ночных смен и переходов через границы суток;

- разграничение доступа к функциям системы с использованием ролевой модели (RBAC), аудит действий администраторов.

К нефункциональным требованиям относятся:

- надёжность работы при длительной эксплуатации, устойчивость к временной недоступности устройств и сетевым сбоям;

- согласованность данных и защита от дублирования событий;

- безопасность хранения и передачи данных, корректная аутентификация и авторизация пользователей;

- масштабируемость при увеличении числа терминалов и сотрудников без деградации критичных операций;

- удобство администрирования и пользовательского интерфейса;

- расширяемость интеграционного слоя для подключения новых производителей и моделей устройств.

Таким образом, проектирование ориентировано на разработку системы, обеспечивающей управляемость биометрической инфраструктуры в масштабе организации и предоставляющей достоверную отчётность по событиям и посещаемости.

С учётом указанных требований целесообразной является клиент-серверная архитектура с разделением ответственности по слоям. Система проектируется как единый программный комплекс, включающий:

1) Клиентский уровень (Web UI) - веб-интерфейс администратора и пользователей системы. Предназначен для управления устройствами, пользователями, графиками, просмотра журналов и формирования отчётов.

2) Серверный уровень (Application Server) - центральный компонент, реализующий бизнес-логику: управление сущностями, права доступа, обработку запросов, интеграцию с терминалами, планировщики синхронизаций, отчётные расчёты.

3) Интеграционный уровень (Device Integration Layer) - слой адаптеров и клиентов протоколов, обеспечивающий взаимодействие с терминалами разных производителей. На данном уровне реализуются запросы к API устройств, формирование и разбор сообщений, а также унификация ответов в общую модель данных.

4) Уровень хранения данных (DB + Storage) - база данных для хранения справочников, событий, отчётных результатов и аудита. Дополнительно предусматривается хранение файловых данных (например, фото) в безопасном и управляемом виде.

Данная архитектура обеспечивает изоляцию интеграционного слоя от бизнес-логики и пользовательского интерфейса, что критично для расширяемости: подключение нового производителя требует разработки адаптера без переработки ядра системы.

Взаимодействие системы с биометрическими терминалами организуется с учётом типовых сценариев эксплуатации и ограничений устройств. Основные сценарии обмена включают:

- синхронизацию пользователей: создание/обновление пользователя в системе с последующей отправкой данных на терминал (идентификатор, ФИО, подразделение/группа, права доступа);
- синхронизацию биометрии: загрузку фото или шаблонов (в зависимости от возможностей устройства), контроль результата операции, повторную отправку при ошибках;
- получение событий: периодический опрос устройства либо получение событий по инициативе устройства (в зависимости от протокола). Система должна поддерживать механизм «дозагрузки» событий за интервал для предотвращения потерь;
- м: проверку доступности, чтение статуса и диагностической информации (время устройства, доступность канала, наличие ошибок).

Для устойчивости и корректности данных предусматриваются следующие принципы:

- опрос событий выполняется интервально, с хранением контрольной точки (последнего успешно обработанного времени/позиции);
- события нормализуются в единую модель и сохраняются с защитой от дублирования;
- при сбоях обмена используется стратегия повторных попыток и логирование причин ошибок;
- время события приводится к единому стандарту с учётом часового пояса и возможных синхронизаций времени устройства.

Таким образом, модель взаимодействия обеспечивает гарантируемую полноту журнала и снижает риск пропусков и повторной обработки событий.

Создание базы данных (БД) направлено на обеспечение целостности, масштабируемости и удобства аналитической обработки. Логическая модель данных включает следующие основные сущности:

- пользователь - идентификатор, персональные атрибуты, принадлежность к подразделению/группе, активность;
- устройство (терминал) - сетевые параметры, тип/производитель, протокол взаимодействия, серийный номер, принадлежность к объекту или группе устройств;
- биометрические данные - ссылки на фото/шаблоны, статус синхронизации с устройствами, метаданные;
- событие (лог) - универсальная запись о факте идентификации/доступа: пользователь, устройство, время, тип события, метод верификации, результат и дополнительные параметры;
- организационная структура - подразделения, должности, группы сотрудников, которые используются для фильтрации и построения отчётов;

- рабочие графики - расписания, тип графика, параметры смен, выходные, ночные интервалы, правила расчётов;

- сервисные сущности - таблицы аудита, статусы синхронизаций, контрольные точки выгрузки событий, журнал ошибок интеграции.

При формировании событийного хранилища особое внимание уделяется предотвращению дублирования. Для этого вводятся уникальные ограничения по комбинации ключевых полей события (например, пользователь-время-устройство-тип), а также используется механизм идемпотентной записи. Это позволяет безопасно повторять загрузку событий при сбоях связи, не создавая ложных дублей.

Структура БД проектируется с учётом дальнейшей отчётности: по времени, пользователям, устройствам, подразделениям. Для ускорения выборок по журналам предусматриваются индексы по временным меткам, идентификаторам пользователя и устройства, а также по типам событий.

ИС будет предназначена для многопользовательской эксплуатации, где различные категории сотрудников имеют различный доступ к функциям. Для обеспечения безопасности и управляемости применяется модель разграничения доступа на основе ролей (Role-Based Access Control, RBAC).

Проектируемая модель включает:

- пользователей приложения (учётные записи), которые выполняют вход в систему;

- роли (например, администратор системы, оператор устройств, оператор отчётов, наблюдатель);

- права (permissions), представляющие атомарные действия или доступ к разделам системы: просмотр устройств, управление пользователями, просмотр логов, экспорт отчётов, изменение графиков, администрирование ролей.

Преимущества RBAC в рамках разрабатываемой системы заключаются в следующем:

- упрощается управление доступом при масштабировании: права назначаются через роли, а роли - пользователям;

- уменьшаются риски избыточных полномочий;

- повышается аудитируемость, так как действия пользователей соотносятся с назначенными ролями.

На уровне серверной части доступ контролируется политиками авторизации для каждого бизнес-сценария и API-метода. На уровне пользовательского интерфейса реализуется согласованная логика отображения доступных функций (скрытие/блокировка элементов управления), что снижает вероятность ошибочных действий и повышает удобство работы.

Подсистема управления устройствами является ядром ИС, поскольку обеспечивает эксплуатацию терминалов в жизненном цикле: подключение, настройка, мониторинг и обслуживание.

В рамках создании такой подсистемы выделяются следующие модули:

- реестр устройств: создание, редактирование и деактивация устройств; хранение сетевых параметров; группировка по объектам/подразделениям;

- проверка доступности и диагностика: тест подключения, получение базовой информации, контроль времени устройства, фиксация ошибок;

- синхронизация пользователей: массовая отправка пользователей на устройство, выборочная синхронизация, контроль статуса;

- с: отправка фото/шаблонов, проверка результата, повтор при неудаче;

- сбор событий: запуск планировщика опроса событий, управление интервалами и контрольными точками выгрузки.

Модули проектируются таким образом, чтобы операции были по возможности идемпотентными (повторяемыми без негативных последствий) и сопровождались протоколированием. Это обеспечивает устойчивость системы и облегчает поддержку при эксплуатации.

Подсистема обработки логов отвечает за преобразование разнородных событий устройств в унифицированный формат, их валидацию, хранение и предоставление для отчётности.

Создание подсистемы включает следующие этапы обработки:

- извлечение событий - получение событий от терминала за интервал, начиная с контрольной точки;

- нормализация - приведение к единой модели: унификация кодов событий, типов верификации, форматов времени, идентификаторов;

- валидация - проверка полноты обязательных полей, допустимости временных значений, наличия привязки к устройству;

- идемпотентная запись - сохранение события в БД с защитой от дублей;

- логическая агрегация для отчётности - подготовка данных для расчёта посещаемости (например, определение первого входа/последнего выхода, расчёт присутствия по сменам).

Отдельно учитывается проблема ночных смен и перехода событий через границу суток. Для корректности отчётов проектирование предусматривает правила отнесения событий к рабочему дню/смене в зависимости от выбранного графика и параметров интервалов. Такой подход позволяет избежать систематических ошибок, которые часто возникают при простом группировании событий по календарной дате.

Подсистема отчётности должна удовлетворять потребности кадрового и административного учёта, обеспечивая прозрачность, проверяемость и гибкость формирования данных. В рамках разработки ИС отчётность базируется на нормализованных событиях и справочниках графиков.

Отметим принципы создания отчётной подсистемы:

- отделение «сырого» журнала событий от вычисляемых итогов (табель, присутствие, опоздания, отсутствия);

- параметризация правил расчёта (допуски, округления, окно ночной смены, правила выходных);

- возможность экспорта результатов в распространённые форматы и интеграции с внешними системами.

Формирование отчётов предусматривает формирование итогов по пользователю и периоду, а также сводных отчётов по подразделениям и объектам. Для обеспечения проверки пользовательский интерфейс должен предоставлять доступ к первичным событиям, на основании которых рассчитан итог.

Система безопасности и надежности обрабатывает персональные данные и события доступа, поэтому безопасность является обязательным аспектом проектирования.

К ключевым мерам относятся:

- аутентификация пользователей и защищённое хранение данных;
- авторизация запросов на основе RBAC;
- журналирование действий администраторов (аудит);
- минимизация хранения данных и контроль доступа к ним;
- обработка сетевых ошибок и повтор операций по числу попыток;
- регистрация ошибок и мониторинг состояния устройств.

Надёжность достигается комбинацией идемпотентных операций, контрольных точек выгрузки событий и логирования ошибок. Это позволяет обеспечить воспроизводимость обработки и упрощает диагностику проблем в эксплуатации.

Список использованных источников:

1. Современные тенденции в дополнительном образовании взрослых: материалы III Международной научно-методической конференции, Минск, 21 октября 2016 г.: в 2 ч. Ч. 1. // Электронная библиотека БГУ. – 2018.

2. Корпоративное обучение для цифрового мира / Под ред. Катькало В. С. - М: АНО ДПО «Корпоративный университет Сбербанка», 2017. - 200 с.

3. Брезгунова И. В. Технологии разработки электронных образовательных ресурсов в LMS Moodle / И. В. Брезгунова, С. И. Максимов, В. М. Шульганова. – Мн.: РИВШ, 2016. – 85 с.

4. Олекс О. А. Организационное и научно-методическое обеспечение дополнительного образования взрослых: проблемы и пути решения / О.А. Олекс. // Дополнительное образование взрослых: проблемы и перспективы развития: материалы междунар. науч.- практ. конф., Минск, 21 мая 2015 г. / «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь. – Минск, 2015. – С. 26–31.

5. Тюнников Ю. С., Мазниченко М. А. Развитие системы дополнительного профессионального образования: современные вызовы, теория и практика: монография. М., 2014. 384 с.

6. Бузулукова Е.В. Факторы успеха транснациональных корпораций на российском рынке // Российское предпринимательство. – 2012. – Том 13. – № 10. – С. 11-16.

Кошенов А. Т., магистрант 1 курса,
Ғылыми жетекшісі: **Құлмамыров С. А.**,
т.ғ.к., ХИА академигі, доцент м. а.,
«Esil University» мекемесі, Астана.

СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССНОЙ МОДЕЛИ КАФЕДРАЛЬНОЙ ИС

Аннотация: Рассмотрены существующие ограничения на построение процессной ее модели. Эти ограничения влияют на распределение нагрузки ППС кафедры. Одни преподаватели не может проводить подходящую себе дисциплину из-за отсутствия компетенции из-за отсутствия сертификации на курсы повышения квалификации. Рассмотрен случай, когда нагрузка ППС распределена неравномерно между преподавателями. Результаты исследования показали, что в отсутствует признанная методика распределения учебной аудиторной нагрузки для ППС, не учитываются внеаудиторные нагрузки. Поэтому обобщены научные подходы и методы оптимизации распределения нагрузки ППС.

Ключевые слова: ППС, ИС, процессная модель, кафедра, методика, учебная нагрузка, внеаудиторная нагрузка.

Аңдатпа: Процесс моделін құрудың қазіргі шектеулері қарастырылады. Бұл шектеулер кафедра ішіндегі оқытушылардың жұмыс жүктемесінің таралуына әсер етеді. Кейбір оқытушылар біліктілікті арттыру курстарына біліктілігінің немесе сертификатының болмауына байланысты тиісті курсты жүргізе алмайды. Оқытушылар жұмыс жүктемесінің оқытушылар арасында біркелкі емес бөлінуі қарастырылады. Зерттеу нәтижелері оқытушылар үшін аудиториялық оқу жүктемелерін бөлудің танылған әдістемесі жоқ екенін және сыныптан тыс жұмыс жүктемелері ескерілмейтінін көрсетеді. Сондықтан оқытушылардың жұмыс жүктемесін бөлуді оңтайландырудың ғылыми тәсілдері мен әдістері қорытындыланған.

Кілт сөздер: оқытушылар құрамы, ақпараттық жүйе, процесс моделі, кафедра, әдістеме, оқыту жүктемесі, сыныптан тыс жұмыс жүктемесі.

Abstract: The current limitations of constructing a process model are examined. These limitations impact the distribution of faculty workload within a department. Some faculty members are unable to teach a suitable course due to a lack of competence or certification for advanced training courses. A case is considered in which the faculty workload is distributed unevenly among faculty members. The study results show that there is no recognized methodology for distributing classroom teaching loads for faculty members, and extracurricular workloads are not taken into account. Therefore, scientific approaches and methods for optimizing faculty workload distribution are summarized.

Keywords: faculty, information system, process model, department, methodology, teaching load, extracurricular workload.

Любая кафедра инженерно-технического является важнейшим педагогическим и научным отделом университета. Цель функционирования кафедры - это подготовка квалифицированных специалистов, согласно аккредитованных ОП, применяя аудиторную и внеаудиторную деятельность. Заведующий кафедры согласно внутренним нормативным актом наделён полномочиями и ресурсами для управления кафедрой.

Существует множество функций по управлению деятельностью кафедры (рисунок 1). За выполнение этих функций отвечает заведующий кафедры кафедрой.

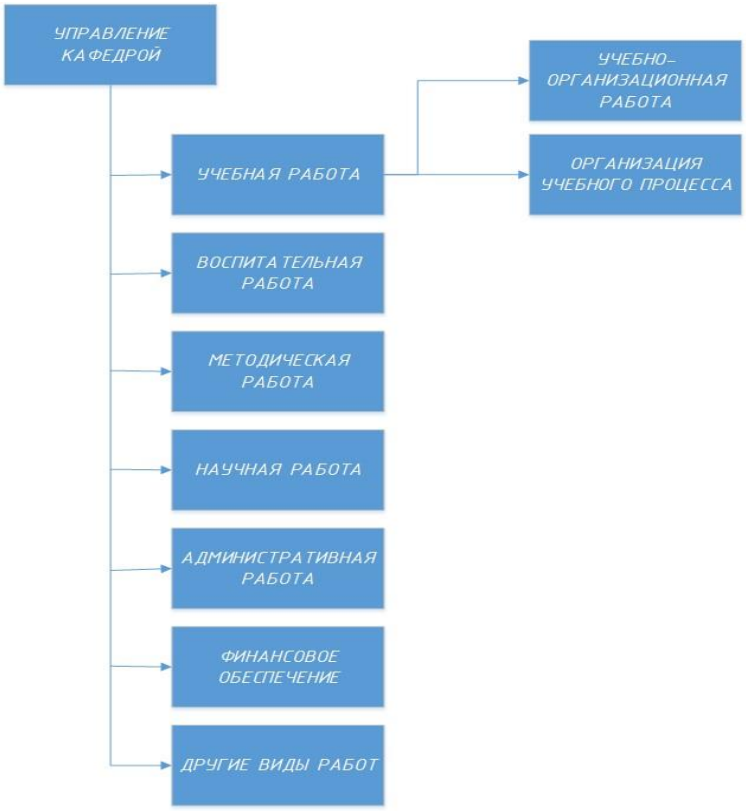


Рисунок 2 – Функции управления кафедрой

Контекстная модель для функций кафедры показана на рисунке 2. Модель рассматривается с точки зрения руководителя кафедры и является моделью для структурного анализа бизнес-процессов его деятельности [2].

Входная информация кафедры включает в себя следующие потоки:

- кафедра в своей деятельности должна привлекать студентов и абитуриентов, так как является основным направлением её деятельности;
- финансовые документы - в том числе доходы, полученные департаментом от платного образования и других услуг в ходе его деятельности;
- контрактные документы - информация, описывающая всю проектную и хозяйственную деятельность отдела.

К результатам работы кафедры можно отнести:

- выпускники - основной результат;

- отчеты - результаты по всем направлениям деятельности кафедры; методическое обеспечение - результаты работы учителей по внедрению методики обучения и учебных материалов;

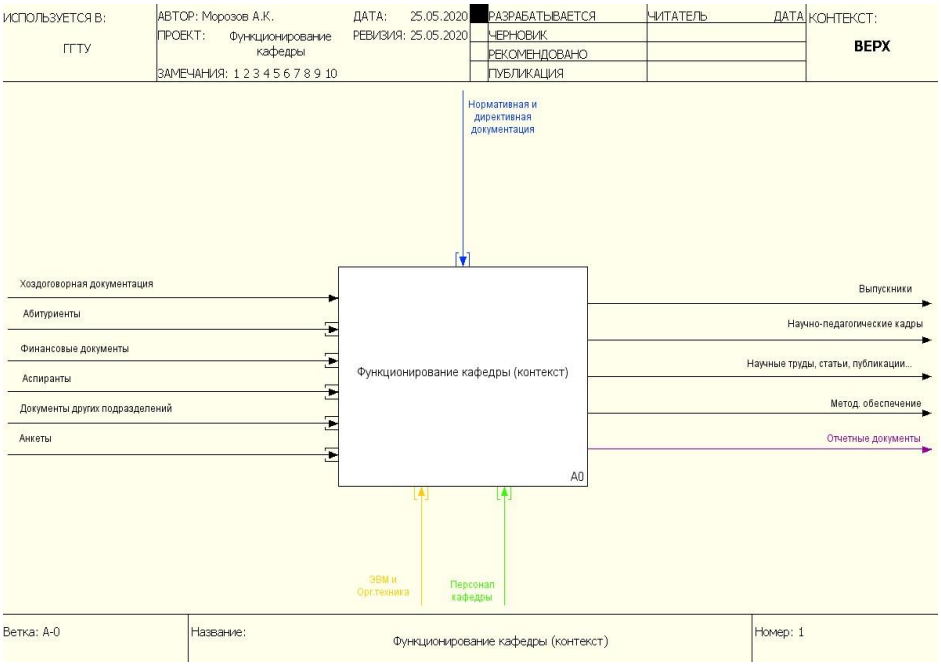


Рисунок 2 – Контекстная схема модели функционирования кафедры

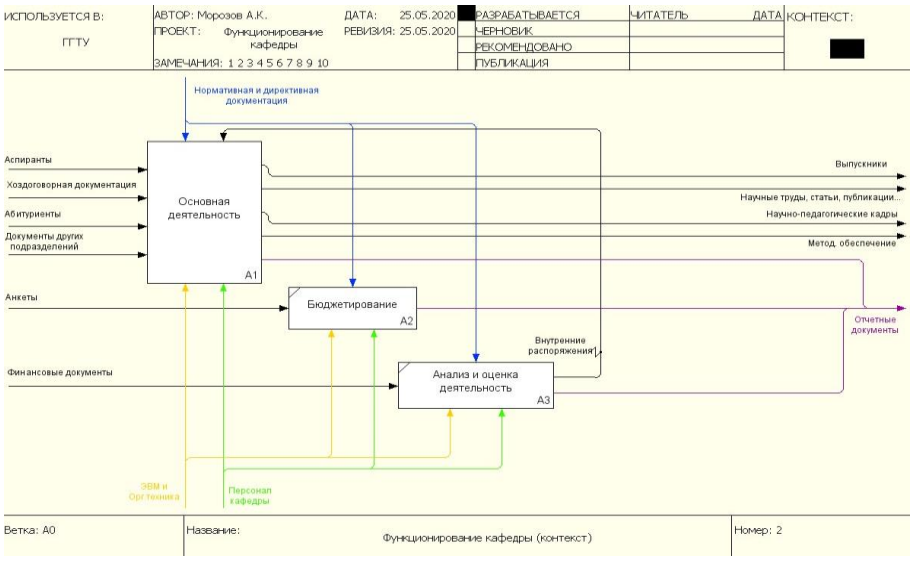


Рисунок 3 – Декомпозиция блока контекстной диаграммы

- исследования, статьи, публикации - результаты исследовательской деятельности кафедры;

- научно-педагогические кадры – итог подготовки научно политических кадров внутри кафедры.

Кафедра регулируется всеми соответствующими нормативными документами (НД) в университете и соответствующими приказами Министерства образования и науки страны.

На рисунке 3 представлены результаты детального изучения типовой кафедры. Представлена контекстная диаграмма, которая разбита по функциональным характеристикам.

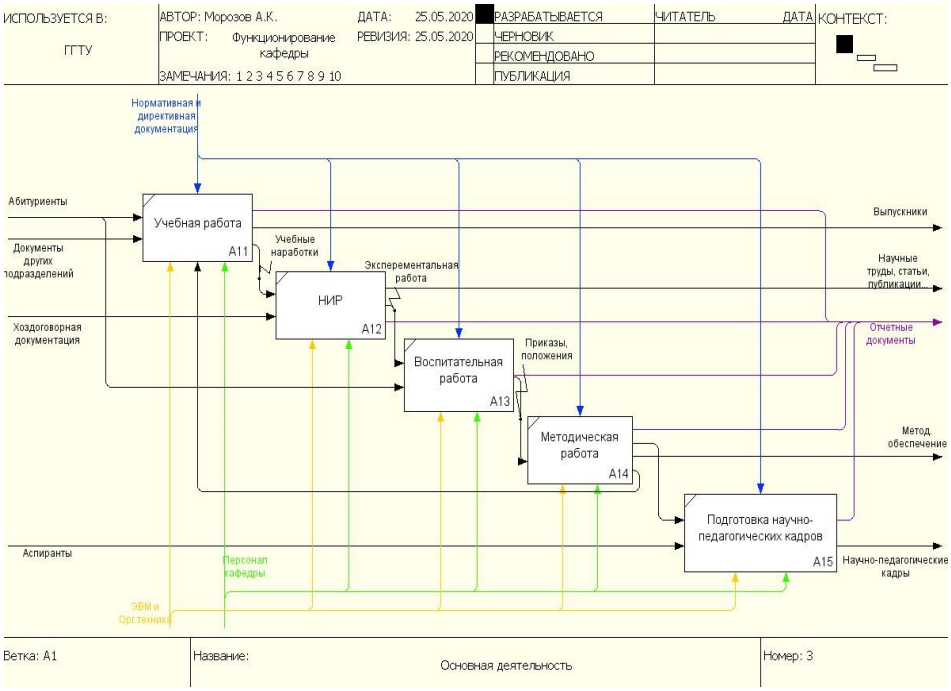


Рисунок 4 – Процесс: декомпозиция основной деятельности кафедры

Работу кафедры можно разбить на 3 вида деятельности как бизнес-процессы:

- планирование деятельности кафедры по основной работе;
- финансовое планирование кафедры;
- анализ и оценка деятельности кафедры.

Процесс основной деятельности затрагивает наибольший интерес руководителя кафедры, разбивка которого представлена на рисунке 4. Подготовка высококвалифицированных специалистов - это главная задача обучения на кафедре. Задача решается такими процессами, как образовательная, научно-исследовательская, методическая и воспитательная работа.

Согласно с «Положением о кафедре», кафедра является основным структурным подразделением для учебно-методической и исследовательской работы по одной или нескольким ОП (специальностям, воспитательной работы между обучающимися и подготовки научно-педагогических кадров).

С точки зрения возложения ведомственных функций основным процессом является «аудиторная работа». Он готовит обучающихся по программам

высшего профессионального образования. За этот процесс отвечает руководитель кафедры.

Руководитель кафедры выполняет следующие функции:

- совместно с ректором университета организуются условия формирования компетенций в соответствии с методическими указаниями по подготовке кадров кафедры;
- надзор за учебным процессом, связанным со всеми видами образовательной деятельности, осуществляемой кафедрой;
- обеспечение выполнения НД и контроль актуальности рабочих планов и учебных планов;
- организовать мониторинг текущей успеваемости и обеспечить нормативное качество образовательного процесса;
- организовывать и контролировать работу лабораторий по предоставлению дополнительных образовательных услуг на платной основе;
- организация ГИА и ГЭК в области преподавания на кафедре;
- организовывать подбор педагогических кадров и контролировать их профессиональное развитие.

На кафедру могут передаваться другие виды образовательных процессов: дистанционное образование, работа Портала и веб-страниц, дистанционное обучение, удаленная поддержка. Это позволяет более эффективно планировать нагрузку ППС и контролировать финансовые процессы, связанные с зарплатой преподавателей. Такой процесс обучения обозначен на рисунке 5. Учебная работа содержит координацию учебного процесса, контроль качества и текущей успеваемости. Благодаря ИТ и методическим руководством данный процесс могут выполняться. При реализации этих процессов абитуриенты проходят обучение, и в конечном итоге они будут выпускаться в качестве высококвалифицированных специалистов.

Для того чтобы успешно организовать учебный процесс, необходимо планирование, которое ориентировано именно на то, чтобы рабочее время ППС было эффективно и результативно спланировано. Процесс показан на рисунке 6. Результатом этого процесса станут образовательные и организационные документы, необходимые для регулирования внутренней деятельности кафедры.

Она базируется на нормативных документах, регламентирующих учебные курсы. Эти документы формируются кафедрами в ходе учебно-методической работы и, по согласованию, могут быть использованы для организации и планирования учебного процесса.

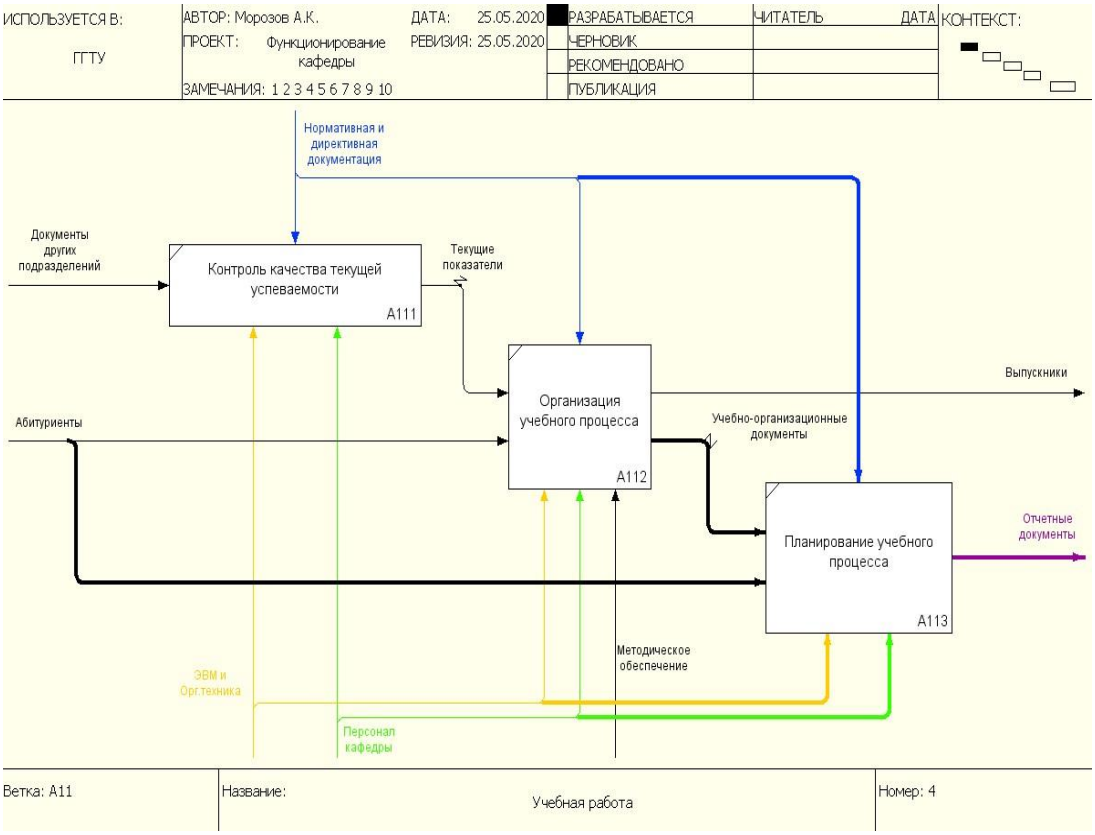


Рисунок 5 – Процесс: декомпозиция учебной работы

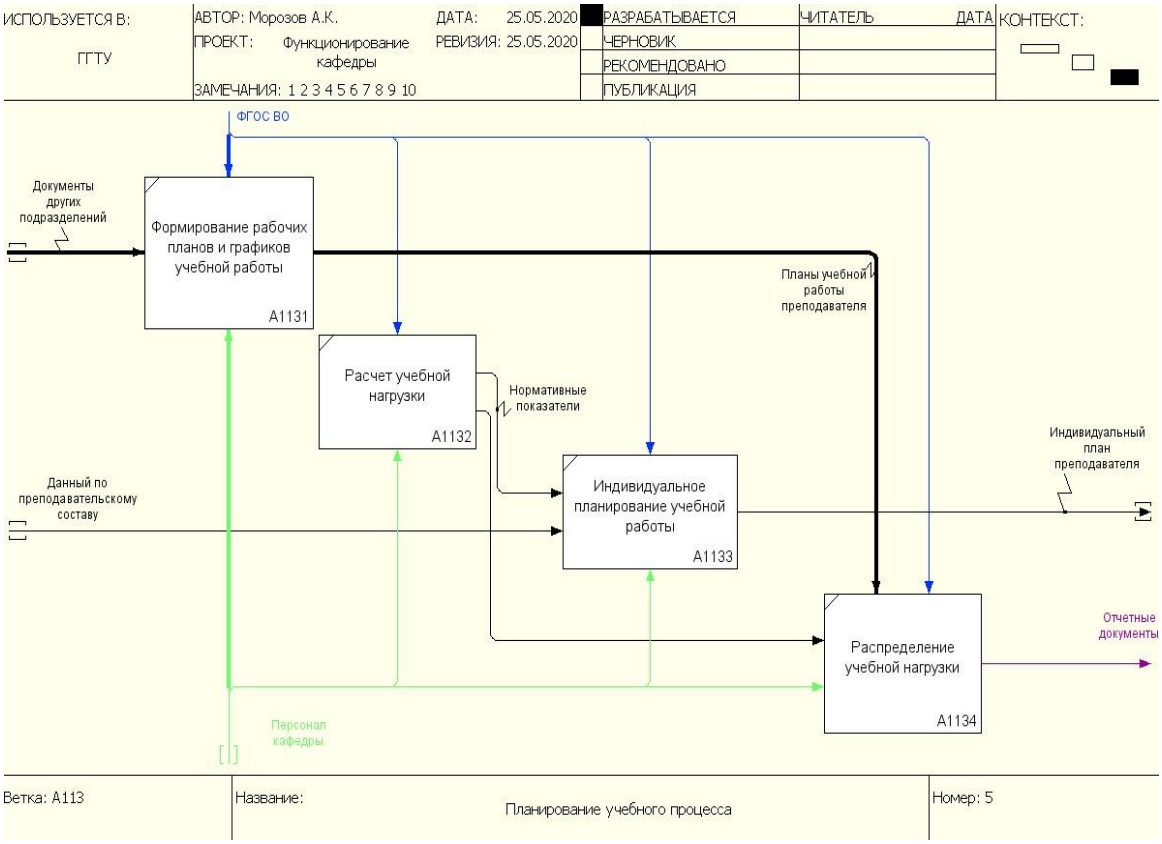


Рисунок 6 – Процесс: декомпозиция планировании учебного процесса

Процедура формирования учебно-организационных документов на кафедре строится из этапов (рисунок 7). Перечислим процессы формирования учебно-организационных документов на кафедре:

- разработка учебных планов по организации учебного процесса;
- рассчитать педагогическую нагрузку ППС и разработать штатные расписания;
- распределить учебную нагрузку между ППС для подготовки учебных заданий;
- подготовка выходных документов по работе ППС на кафедре.

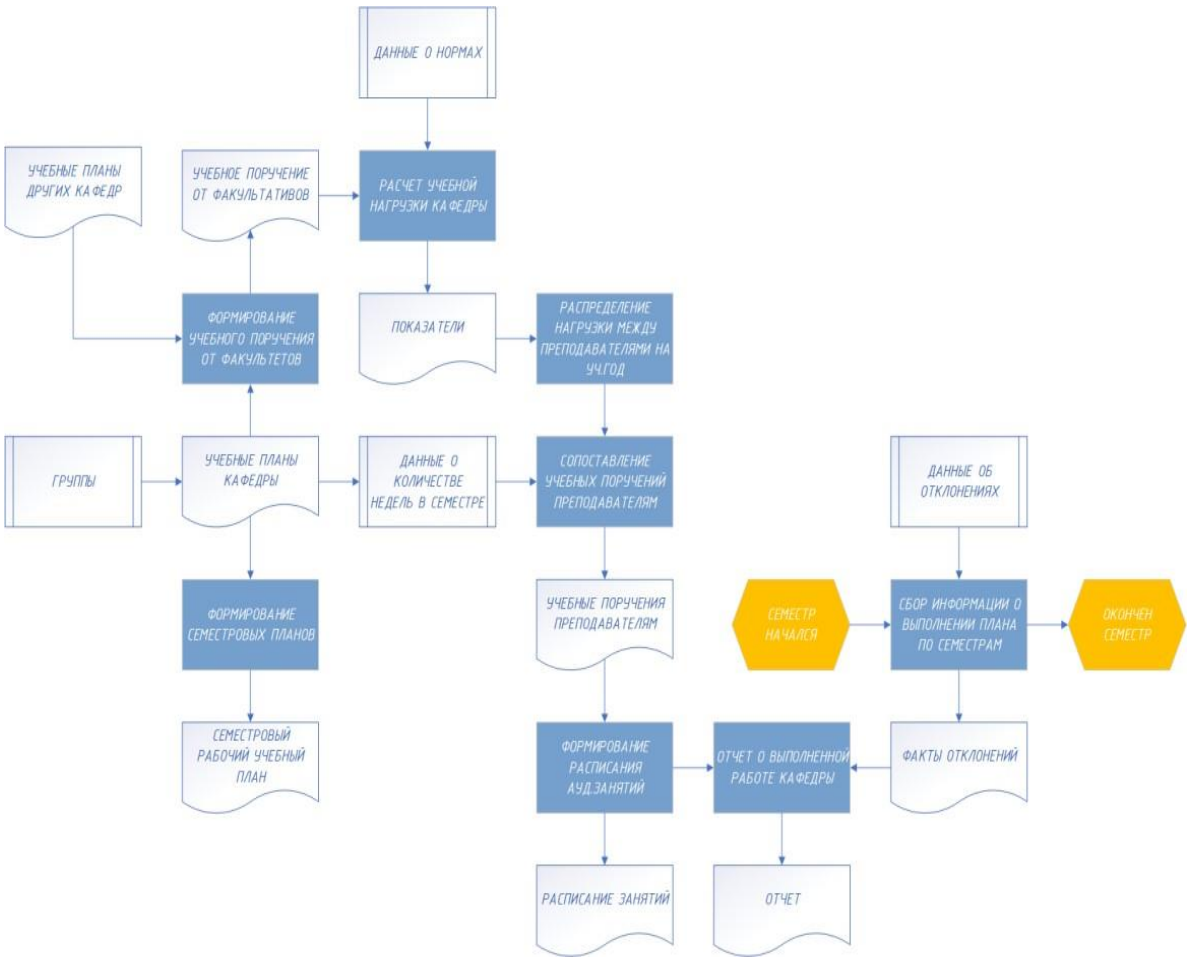


Рисунок 7 – Процедура формирования учебно-организационной документации

График работы ППС является неотъемлемой частью плана работы и функционирования кафедры. Планы работы ППС включают в себя учебные, научно-исследовательские и методические планы работы. Учебный план - это документ, который показывает ключевые показатели загруженности ППС на данный учебный год [2].

При разработке индивидуального плана перед заведующим кафедрой стоит задача распределения рабочей нагрузки, поэтому необходимо оптимизировать распределение аудиторного и внеаудиторного времени.

Рабочие нагрузки аудитории могут включать:

- лекции, лабораторные и практические занятия;
- проведение курсов, семинаров;
- проведение аттестаций;
- консультации по выполнению научной работы и ее защите;
- переаттестация (тесты и экзамены);
- проведение постоянных проверок знаний студентов (тесты, семинары, экзамены, предварительные тесты);
- внеклассные мероприятия могут включать проверку;
- контроль текущего письменного контроля (контрольная работа);
- рецензия на написанную диссертацию;
- сопровождение письменной диссертации обучающихся (WRC);
- управление курсовыми работами / проектами;
- управление производственными и предварительными практиками;
- написание научных статей;
- разработка методических рекомендаций по проведению исследований;
- участие в грантах и научных проектах (WorldSkills).

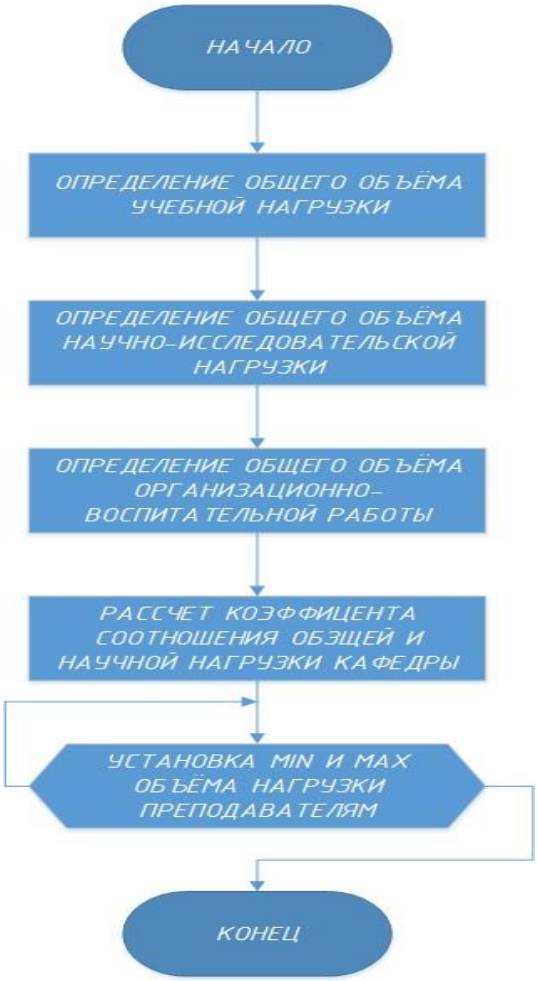


Рисунок 8 - Алгоритм распределения учебной нагрузки на ППС

Для того чтобы правильно контролировать эти указанные процессы требуется создание АИС кафедры.

Для разработки АИС нам потребуется проанализировать существующие разработки, тем самым в дальнейшем можно составить основной алгоритм аудиторной нагрузки ППС.

По рекомендации Милевской М. М. [3] был сформирован алгоритм аудиторной нагрузки, показанный на рисунке 8, которое характеризует последовательность вычислений для определения количества часов, необходимых ППС для выполнения определенных заданий.

Этот алгоритм следует описать с помощью набора важных этапов, необходимых к выполнению для достижения поставленной цели на кафедре:

1) На основании графиков ППС и рабочих учебных планов (РУП) можно определить объем академической (АН) и методической нагрузки (МН).

2) На основании плана работы кафедры и графиков ППС, с учетом индивидуальной исследовательской нагрузки (ИН) определяется объем ИН.

3) На основании плана работы кафедры и графиков ППС, можно определить общий объем организационно-идеологической и педагогической работы (ОВН).

Расчет соотношения научной и учебной нагрузки кафедры для пересчета основной научной нагрузки (K_c) сотрудников, отнесенных к мотивационной категории НП можно составить как:

$$K_c = \frac{V_{\text{нн}}^{\text{к}}}{V_{\text{ун}}^{\text{к}}}, \tag{1}$$

где $V_{\text{нн}}^{\text{к}}$ – общая НИ нагрузка; $V_{\text{ун}}^{\text{к}}$ – общая учебная нагрузка.

4) Установление MIN уровня научной загруженности сотрудников, отнесенных к мотивационной категории НП, равного:

$$V_{\text{нн}}^{\text{нп}} = \frac{V_{\text{нн}}^{\text{к}}}{N_{\text{ппс}}} \times 1 + K_{\text{с1}} \times N_{\text{нп}}, \tag{2}$$

где $V_{\text{нн}}^{\text{нп}}$ – min уровень научной загрузки предмета; $N_{\text{ппс}}$ – общая численность преподавателей; $N_{\text{нп}}$ – численность мотивационного персонала НП.

5) Определение максимальной научной нагрузки для мотивационной категории УП:

$$V_{\text{нн}}^{\text{ун}} = V_{\text{нн}}^{\text{к}} - V_{\text{нн}}^{\text{нп}}, \tag{3}$$

где $V_{\text{нн}}^{\text{к}}$ – общая И нагрузки; $V_{\text{нн}}^{\text{нп}}$ – минимальный уровень Н нагрузки.

6) Установка MAX уровня учебной нагрузки для преподавателей, отнесенных к мотивационной категории НП:

$$V_{\text{нн}}^{\text{ун}} = \frac{V_{\text{ун}}^{\text{к}}}{N_{\text{ппс}}} \times 1 + K_{\text{с}} \times N_{\text{нп}}, \quad (4)$$

где $V_{\text{нн}}^{\text{ун}} - \min$ - уровень учеб ной нагрузки НП; $V_{\text{ун}}^{\text{к}}$ – общая учебная нагрузка; $N_{\text{ппс}}$ – общая численность преподавателей.

7) Установление MIN уровня учебной нагрузки для преподавателей, отнесенных к мотивационной категории УП:

$$V_{\text{ун}}^{\text{нп}} = V_{\text{ун}}^{\text{к}} - V_{\text{ун}}^{\text{уп}}, \quad (5)$$

где $V_{\text{ун}}^{\text{нп}} - \min$ - уровень учебной нагрузки НП; $V_{\text{ун}}^{\text{к}}$ – общая учебная нагрузка; $V_{\text{ун}}^{\text{уп}} - \min$ - уровень учебной нагрузки НП.

8) В соответствии с размером рабочей ставки и категорией работы следует определить индивидуальный объем нагрузки.

О. В. Григораш рекомендует свой вариант распределения [4]: руководитель кафедры сводит всю деятельность педагогического состава за весь календарный год по учебной и научно-методической работе. Обычно это совпадает с началом планирования академической нагрузки на следующий год. Те из преподавателей, которые преуспевают в выполнении основных заданий, могут уменьшить рабочую нагрузку, переназначив их менее опытным учителям [5]. Но в связи с распределением других видов нагрузок, общая нагрузка остается неизменной.

Расчёт нагрузки на следующий учебный год для ППС, является:

- информация педагогико-методического отдела образовательного учреждения для расчета численности педагогического состава;
- информация об учебных дисциплинах, входящих в образовательную деятельность кафедры;
- информация о количестве групп и составе обучающихся;
- информация об оценке показателей работы ППС за предыдущий год;
- отчетный квартал.

Заведующий кафедрой распределяет нагрузку между ППС с учётом следующих ограничений:

- общая загрузка ППС должна быть равномерная независимо от должности;
- после того, как распределение академической нагрузки превысит 900 часов, необходимо повысить ставки для ППС, имеющих высокие показатели успеваемости, на следующий отчетный период, повышение должно производиться за счет часов ППС с более низкими показателями.

Для создания целевой функции С. А. Варламова в своем исследовании пришла к следующему выводу: «Решение задачи оптимального распределения нагрузки сводится к решению проблемы распределения ресурсов» [6-7]:

$$L = C_{ij} \times x_{ij} \rightarrow max, \quad (6)$$

где x_{ij} – количество времени (часов), выделенное на конкретную дисциплину – это фактор, учитывающий компетентность j-го преподавателя в i-ой дисциплине C_{ij} рассчитывается по формуле:

$$Cij = az \times Zij + aM \times Mij + an \times nPib + au \times ui + aw \times Wij, \quad (7)$$

где Z_{ij} – коэффициент времени; M_{ij} – коэффициент, рассматривающий количество разработанных методических пособий; $n_{Pi}{}^{b}$ – коэффициент, оценивающий результаты итогового тестирования; u_i – коэффициент, рассматривающий наличие учено й степени; W_{ij} – коэффициент, учитывающий предпочтение преподавателя.

Z_{ij}, фактор рассчитывается по формуле:

$$Z_{ij} = \frac{S_{ij}}{max_i S_{ij}} \times a'_j + K_c \times \frac{1}{N}, \quad (8)$$

где N – ППС, проявившие инициативу проводить дисциплину; S_{ij} – стаж j-го преподавателя i-му предмету (направлению); $a'_j = \frac{a_j}{max_j a_j}$ – нормированный относительно максимального значения a_j стаж; a_j – общий ста ж j-го преподавателя.

Расчет фактора M, учитывающего количество методических пособий, разработанных j-ым преподавателем по i-ой дисциплине производится по формуле:

$$M_{ij} = \frac{K_{ij}}{K_i^{ij}} \times \frac{1}{N}, \quad (9)$$

где K_{ij} – методические разработки, созданные j-ым преподавателем по i-ой дисциплине.

Таким образом можно заключить вывод о существующих ограничениях на кафедре, влияющих установленные на распределение нагрузки [8]:

- j-й преподаватель не может проводить i-ю дисциплину, если он совершенно некомпетентен в ней;

- рабочая нагрузка должна быть равномерно распределена между преподавателями;

- преподаватель не должен преподавать более одной дисциплины в одной группе за один раз.

Результаты исследования показали, что в результате существующих методик распределения учебной аудиторной нагрузки для ППС, практически не применяют не учитывают распределения внеаудиторной нагрузки.

В связи с этим следует обобщить научные подходы и методы оптимизации распределения нагрузки для получения дальнейших результатов образовательной деятельности кафедры.

Список использованных источников:

1. Акулова О. В. Проблема построения нелинейного процесса обучения в информационной среде // Человек и образование. – 2011. - №3. – С.7-11.
2. Механизм распределения учебной нагрузки на основе приоритетов мотивации труда / Н. А. Самара, М. М. Милевская. // Научные труды Белорусского государственного экономического университета. - Минск: БГЭУ, 2010. - С. 364-368.
3. Концепция создания интегрированной АИС Минобразования России Москва 2000. http://www.tk461.stankin.ru/.
4. Васильева А. В. Практика и анализ СУ. - 2006. - № 2. - С.74-78.
5. Вендров А. М. Современные методы и средства проектирования ИС. http://citforum/ru/database/case.html.
6. Using the Business Process Model and Notation for Modeling Enterprise Integration Patterns, 2014, Daniel Ritter.
7. Быковский В.В. Информационно-аналитическая система университета. - 2010. - №7. С. 125-131.
8. Александров Д.В. Инструментальные средства информационного менеджмента. CASE-технологии и распределенные информационные системы: Учебное пособие / Д.В. Александров. - М.: ФиС, 2011. - 224 с.

Азиева Г., преподаватель кафедры ИСиТ,
Кульмамиров С. А., и.о. доцента,
к.т.н., академик МАИН,
Есильский университет, Астана.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕШЕНИЕ ОДУ ЦИФРОВЫМИ ВИРТУАЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ

Аңдатпа: Аналогтық процессорды сандық микропроцессорлық ортада енгізу мүмкіндігі көрсетілген. 3 ODE модельдеуінің қателіктерін талдау MPI әдісінің дәлдігі odei (Эйлер) әдісіне қарағанда жоғары және ode2 (Хен) әдісімен іс жүзінде бірдей екенін көрсетті. ODE тест теңдеуінің шешімін модельдеу жүйесінде нақты уақыт режимінде (0,45 с) алу мүмкін емес.

Модельдеудің төмен жылдамдығы ODE шешкіштерін аппараттық түрде енгізу қажеттілігін растайды. Алынған нәтижелер ұсынылған теориялық қорытындыларды растайды.

Кілт сөздер: цикл, параллель есептеу, көп ядролы процессорлар, LabVIEW.

Аннотация: Доказана возможность реализации аналогового процессора в цифровой среде МП. 3. Проведенный анализ погрешности моделирования ОДУ показал, что точность метода МПИ выше, чем у метода odei(Euler) и практически совпадает с методом ode2(Heun). Решение тестового уравнения ОДУ не может быть получено в реальном времени (за 0,45 с) в системе моделирования. Низкая скорость моделирования подтверждает необходимость аппаратной реализации решателей ОДУ. Полученные результаты исследования подтверждают выложенные теоретические выводы.

Ключевые слова: цикл, параллельные вычисления, многоядерные процессоры, LabVIEW.

Abstract: The feasibility of implementing an analog processor in a digital microprocessor environment is demonstrated. 3. An error analysis of the ODE simulation revealed that the accuracy of the MPI method is higher than that of the odei(Euler) method and is virtually identical to that of the ode2(Heun) method. The solution to the ODE test equation cannot be obtained in real time (0.45 s) in the simulation system. The low simulation speed confirms the need for hardware implementation of ODE solvers. The obtained results confirm the presented theoretical conclusions.

Keywords: loop, parallel computing, multi-core processors, LabVIEW.

В настоящее время системы графического моделирования динамических систем (программные обеспечения типа Simulink, Simulation Module, SystemBuild [1]) стали широко использоваться для модельного построения цифровых систем и устройств. Ориентация на создание прототипа реальной системы предъявляет к таким пакетам программ ряд новых требований. Одним из наиболее важных - является требование к быстродействию и необходимой точности методов численного интегрирования (так называемых решателей) с фиксированным шагом.

Пакеты программ используют классические методы различных порядков точности. Точные методы интегрирования (Рунге-Кутта 4 или Адамса-Башфорта) требуют значительных временных затрат для получения решения. Одним из показателей эффективности таких методов принято считать количество вычислений правой части дифференциальных уравнений. По этому показателю метод Рунге-Кутта 4 уступает методам прогноза-коррекции, к которым относится метод Адамса-Башфорта. Существенным недостатком последнего является необходимость выполнения «участка разгона» с применением другого численного метода [2]. Использование прототипа объекта управления или контроллера в петле с реальной аппаратурой (HIL) предъявляют к численному

методу интегрирования, реализуемому на целевом микропроцессоре выполнения дополнительных требований [3]:

- возможность распараллеливания процесса вычислений;
- обеспечение необходимой точности получения решений в частотном диапазоне при известной длине машинного слова микропроцессора;
- аппаратурные затраты для выполнения арифметических операций;
- минимальный объем регистрового запоминающего устройства;
- автоматическая настройка структуры прототипа;
- алгоритм управления прототипом не должен приводить к усложнению процесса моделирования в целом;
- автоматическая генерация исполняемого кода.

Перечисленные выше требования имеют противоречивый характер в силу специфических свойств методов численного интегрирования. Более высокий порядок точности метода обеспечивает заданную погрешность при большем шаге интегрирования. Это приводит к тому, что на одинаковом промежутке интегрирования точные методы обеспечивают меньшее число шагов интегрирования, но при этом необходимо выполнять больший объем вычислений. Зависимость между точностью метода и числом шагов интегрирования справедлива только для достаточно больших значений шага интегрирования. При малых значениях шага (например, $\lim h = 0$) практически все используемые методы численного интегрирования становятся эквивалентными методу Эйлера.

Это утверждение доказывается тем, что в разностных уравнениях значения производных становятся практически равными. В результате несложных преобразований получается разностное уравнение для метода Эйлера. Малое значение шага достижимо на современной процессорной базе (DSP, FPGA и FPOA). Например, одновременное выполнение базовой операции вычисления суммы произведений (MAC) выполняется за один машинный такт (10-8 сек.).

Программные пакеты моделирования можно выполнять однопроцессорными компьютерами [3]. Создания прототипа динамической системы, работающего в натуральном масштабе времени, возможно, только на высокоскоростных многоядерных вычислительных системах.

Более эффективным является вариант построения прототипа с помощью многоядерной вычислительной системы, выполняющей параллельную реализацию задач интегрирования. Задачи численного интегрирования ОДУ не относятся к классу задач с параллелизмом. Варианты распараллеливания вычислений правых частей уравнений зависят от вида уравнений.

Теоретические аспекты построения моделирующих микропроцессорных систем впервые рассмотрены в работе [1]. Автор детально описывает различные варианты МП-структур для параллельного моделирования систем ОДУ, представленных в нормальной форме Коши. Процесс распараллеливания базируется на нахождении оптимального расписания. Составление такого рас-

писания работы процессоров является достаточно сложной задачей, требующей выполнения целого ряда жестких требований. Из условия оптимальности расписания необходимое число процессоров должно соответствовать количеству узлов дерева, принадлежащих одному уровню и времена обработки узлов (вычислительных функций) должны быть одинаковыми. Если эти времена не одинаковы, что чаще всего бывает на практике, то при составлении расписания в случае использования рассмотренного алгоритма возникают неожиданные эффекты.

Например, перед началом моделирования в программную часть каждого микропроцессора (МП) загружаются программы работы тех решающих блоков (РБ), функции которых данный МП выполняет в цикле интегрирования в соответствии предварительно составленным расписанием. Уменьшение времени вычисления правых частей уравнений за счет числа РБ приводит к увеличению времени обмена информацией между ними.

Процесс обмена информацией невозможно реализовать параллельно из-за сложности устройства коммутации. При этом теряется производительность моделирующей системы в целом.

Направление, связанное с использованием микропроцессоров в моделирующих системах, позволяет создать широкий спектр средств моделирования, которые равномерно покрывают область «быстродействие - точность». МП системы моделирования [1] отличаются от аналоговых дискретным представлением информации и программным управлением функциями решающих блоков (РБ) и связями между ними. Нежелательные последствия неизбежной в данном случае дискретизации непрерывного объекта моделирования могут свести к минимуму потенциальные преимущества таких систем.

В связи с этим математический и структурный аспекты моделирования непрерывных процессов нуждаются в тщательном анализе. Например, совершенно очевидно, что точность и быстродействие МП-систем находятся в прямой связи с распределением функций между РБ и выбором того или иного метода численного интегрирования.

В работе [2] исследованы математические методы и разработаны на их основе принципы построения интегрирующих структур, предназначенных для моделирования динамических систем в реальном масштабе времени. В основе аппаратной реализации интегрирующих структур лежит вариант построения аналогового процессора [3 - 4]. Структурная схема процессора, реализующего систему неоднородных дифференциальных уравнений третьего порядка можно представить выражениями вида (рисунок 1):

$$dz_1/dt = a_{11} * z_1 + a_{12} * z_2 + a_{13} * z_3 + b_1 * x_1$$

$$dz_2/dt = a_{21} * z_1 + a_{22} * z_2 + a_{23} * z_3 + b_2 * x_2$$

$$dz_3/dt = a_{31} * z_1 + a_{32} * z_2 + a_{33} * z_3 + b_3 * x_3$$

.

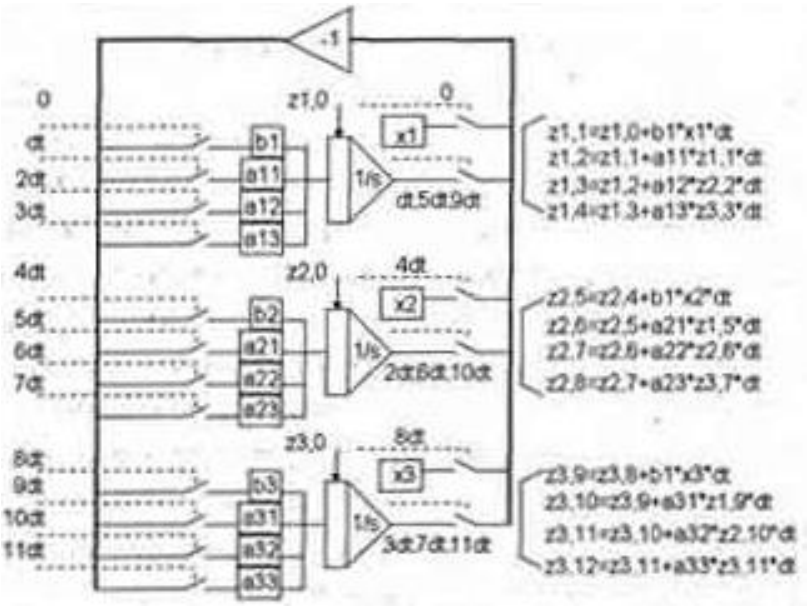


Рисунок 1 - Структурная схема аналогового процессора

Такая структура соответствует дискретной аппроксимации непрерывной системы и является примером несинхронной импульсной системы [3]. Ключевые элементы перед каждым из интеграторов работают с одинаковой частотой, но несинхронные по фазе. Несинхронное прерывание, выполняемое ключевыми элементами, является свойством структуры процессора, реализующего численных методов интегрирования.

Метод, описанный в работах [2 и 5] , является новой модификацией метода Эйлера. При выполнении определенной коррекции метод становится практически тождественным по точности методам второго порядка.

Число интеграторов (рисунок 1) совпадает с классическим способом реализации на аналоговой машине типа МН-14. Отличительной особенностью вычислительного процесса является последовательный принцип интегрирования правых частей заданных уравнений, не требующий одновременного существования всех связей между интеграторами.

Последовательный принцип работы интеграторов определил название нового численного метода (МПИ). Необходимые связи между интеграторами осуществляются за счет одновременного срабатывания пар ключевых элементов, стоящих во входных и выходных цепях. Кроме выполнения арифметических операций, представленных в разностных уравнениях на рисунке 1, интеграторы обеспечивают и хранение промежуточных значений выходных переменных. Время срабатывания ключевых элементов указано для первого цикла определения переменных $z_{1,i}$; $z_{2,i}$; $z_{3,i}$. Для последующих циклов последовательность срабатывания ключей не изменяется.

Разработка такого варианта реализации была предпринята в связи с необходимостью создания полностью автоматизированного аналогового процессора с минимальными аппаратными затратами на создание системы автоматической коммутации (САК) ОУ и на установку коэффициентов передачи с

помощью умножающих цифро-аналоговых преобразователей ЦАП (ОАС). Так была реализована аналоговая машина типа МН-7.

Инструментальные системы графического моделирования динамических систем (Simulink, Simulation Module, SystemBuild) является уникальными средами для исследования подобных динамических систем. Они позволяют моделировать работу рассмотренной выше интегрирующей структуры и произвести анализ методической ошибки, возникающей за счет интегрирования импульсно-модулированных сигналов.

Первая часть нашей статьи посвящена доказательству работоспособности аналогового процессора путем создания вариантов моделей в перечисленных выше инструментальных система. Первый вариант S-модели процессора создан для детального понимания принципа его работы. Модель процессора представлена на рисунке 2 (файл difur1_2.mdl).

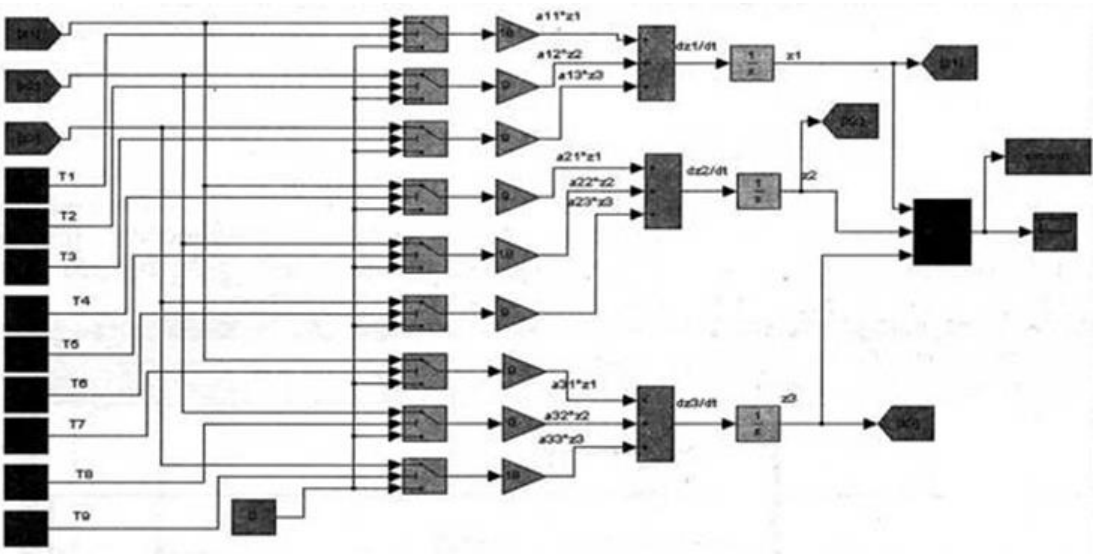


Рисунок 2 - S-модель difur1_2.mdl

Она реализует решение однородной системы уравнений, что требует внесения определенных изменений в схему аналогового процессора. Необходимо исключить разностные уравнения с переменными x_1, x_2, x_3 и следует убрать соответствующие ключевые элементы. В модели используются стандартные функциональные блоки Simulink Library.

Для реализации сумматора или интегратора используются сумматор с 3 входами и 1 входовый интегратор. Функции ключевых элементов выполняют блоки Switch из раздела библиотеки Signal Routing. Установка значений постоянных коэффициентов a_y выполнение операций умножения на зависимые переменные z_i обеспечивается решающими блоками Gain. Для задания требуемой последовательности срабатывания ключевых элементов и времени их замкнутого состояния используются генераторы прямоугольных импульсов Pulse Generator в режиме работы Sample based. Для обеспечения максимальной

точности интеграторов выбран Solver ode5 (Dormand-Prince). Значение фиксированного шага совпадает со временем замкнутого состояния ключевых элементов и равно 0.001 с.

Полученные в результате моделирования решения $z_1(t)$, $z_2(t)$, $z_3(t)$ выводятся на виртуальный осциллограф Scope и в рабочую область Workspace.

Отсутствие ключевых элементов на выходах интеграторов отличает модель от схемы на рисунке 1.

Второй вариант S-модели и аналоговый процессор (рисунок 1) имеют практически одинаковые структуры. В модели реализована общая шина. Для этого в модель включены блоки IvTux и Demux. С целью приближения к аппаратной реализации [4] входные и выходные ключи, генераторы управляющих импульсов объединены в соответствующие модули Input Switch, Output Switch, Control Inp и Control Out. Модули в модели представлены подсистемами, хранящимися в файлах Unit_switch_lnp.mdl, Unit_switch_Out.mdl, Unitcontrolinp.mdl, Unit_control_put.mdl.

Число блоков Gain сокращено с 9 до 3. Каждый из блоков выполняет операции поэлементного умножения векторов [a_{11} a_{12} $a13$] * [z_1 z_2 z_3], [a_{21} a_{22} a_{23}] * [z_1 z_2 z_3], [a_{31} a_{32} a_{33}] * [z_1 z_2 z_3]. S-модель (файл difur1_3m.mdl) представлена на рисунке 3.

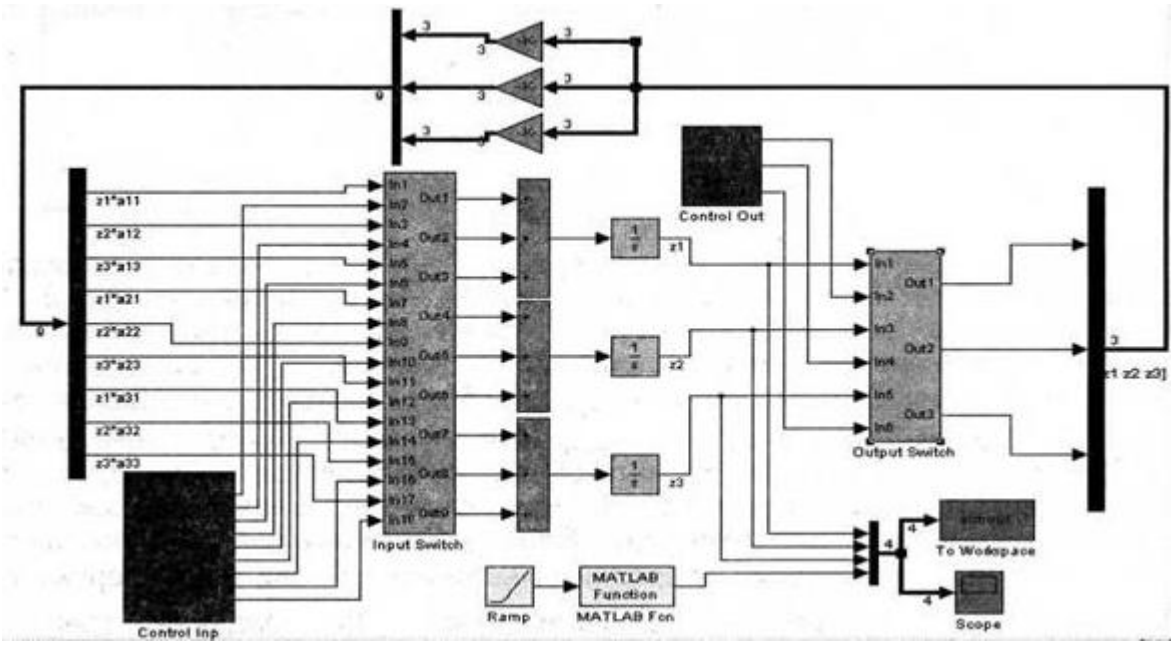


Рисунок 3 - S-модель difur1_3m.mdl

Для оценки погрешности полученного решения переменной $z_i(t)$ производится формирование известного аналитического решения $z_i(t) = -2*e^t + e^{4t}$ с помощью блоков Ramp и Matlab Fen. Исследуемая система задается уравнениями:

$$dz_1/dt = 2 * z_1 + z_2 + z_3$$
$$dz_2/dt = z_1 + 2 * z_2 + z_3$$
$$dz_3/dt = z_1 + z_2 + 2 * z_3$$

.

Система имеет следующие начальные условия $z_1(0) = -1$, $z_2(0) = z_3(0) = 2$.

Для устранения одной из составляющих методической погрешности МПИ [2] коэффициенты исходного уравнения необходимо увеличить в 9 раз. Это достигается установкой соответствующих параметров блоков Gain. Графики полученных решений системы уравнений показаны на рисунке 4.

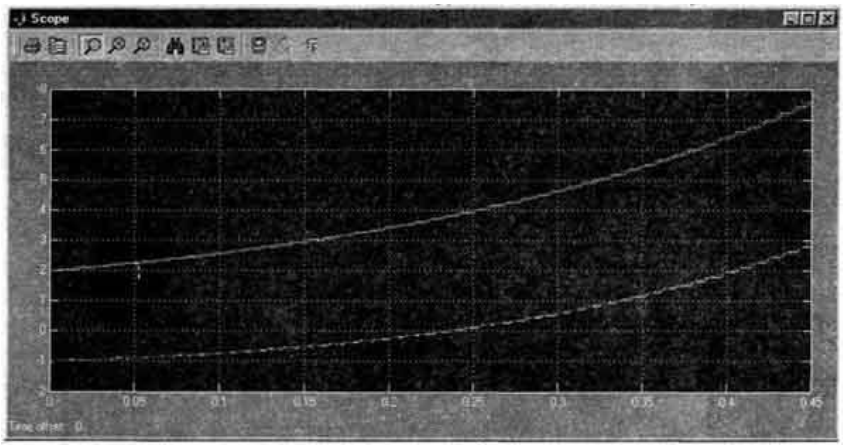


Рисунок 4 - Графики решений системы уравнений

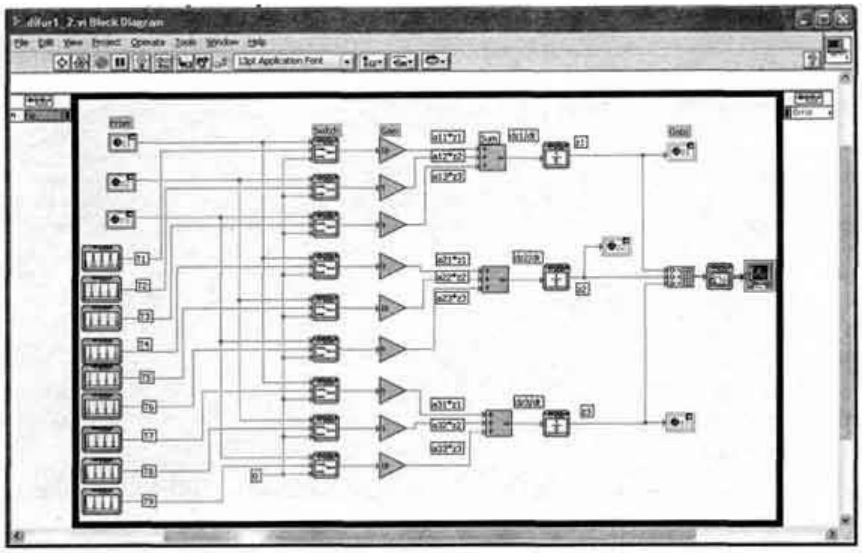


Рисунок 5 - VI -модель difuri 2.vi

Пакет моделирования Simulation Module практически обладает такими же возможностями по сравнению с Simulink. Модель системы может быть создана непосредственно в среде LabVIEW. Представленная на рисунке 5 модель

системы, получена в результате трансляции S-модели с проведенными изменениями настроек свойств блоков Switch, Pulse Generator и параметров выполнения моделирования (Configure Simulation Parameters) [3]. В списке решателей дифференциальных уравнений отсутствует метод ode5 (Dormand-Prince) и пришлось использовать метод Рунге-Кутта 4.

Второй вариант реализации S-модели difur1_3m.mdl (рисунок 3) не может быть оттранслирован в соответствующую Vl-модель. Транслятор не обеспечивает корректную адекватную замену иерархических моделей Simulink, что значительно сужает класс моделей.

На рисунке 6 представлен вариант построения модели с шинной организацией. В нижней части рисунка изображен узел Matlab Script Node, осуществляющий воспроизведение аналитического решения первого уравнения системы. Необходимо отметить, что обращение к ядру Matlab из тела цикла Simulation Loop увеличивает время реализации модели (рисунок 7).

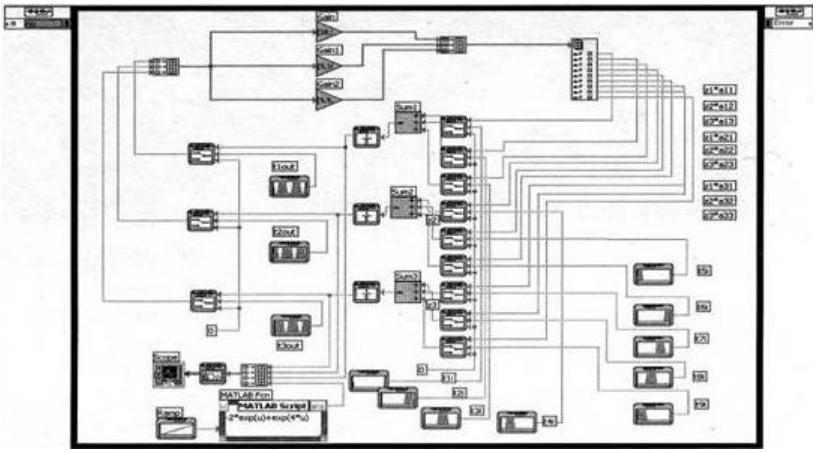


Рисунок 6 - Модифицированная Vl-модель системы

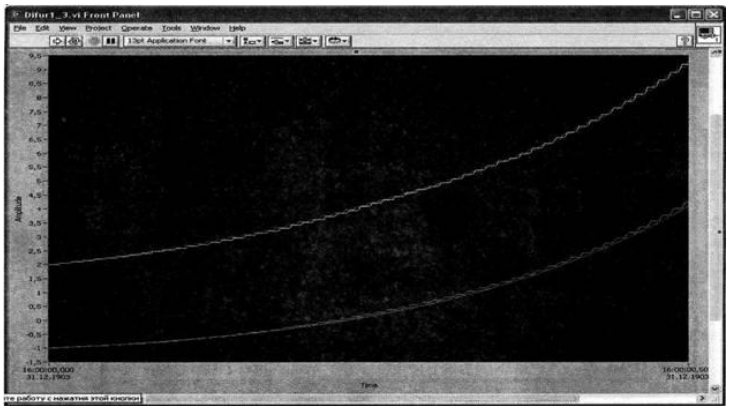


Рисунок 7 - Осциллограммы решений на Vl-модели системы

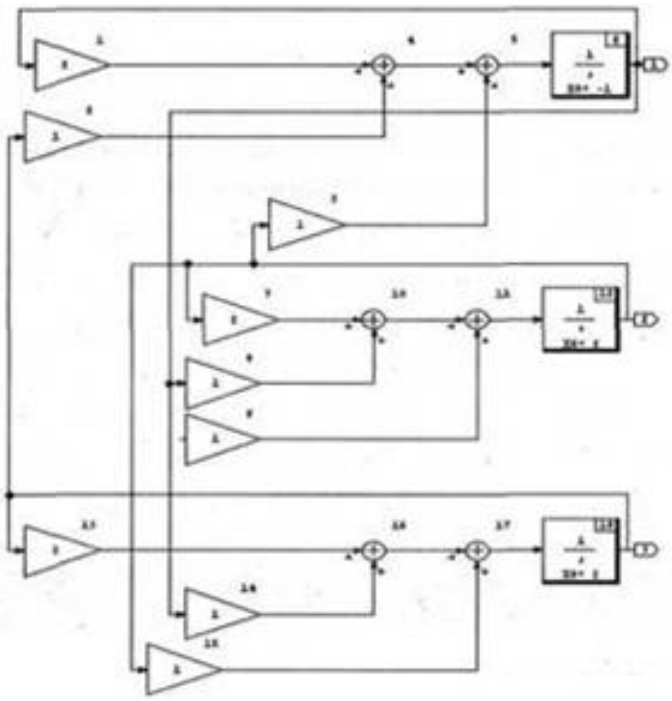


Рисунок 8 - Модель непрерывной тетсируемой системы

В дальнейших исследованиях аналитические решения воспроизводились с помощью функциональных блоков LabVIEW из библиотеки Mathematics. Результаты моделирования системы уравнений представлены на рисунке 8 -9.

Оценка погрешности результатов моделирования производилась за счет сравнения с известными аналитическими решениями, а также с решениями, полученными при использовании встроенного в Simulink редактора дифференциальных уравнений DEE. Реализация непрерывной модели системы 3 порядка была произведена в пакете SystemBuild с целью сравнения возможностей 3 инструментальных систем моделирования [4].

Получено подтверждение теоретически полученных способов коррекции методической погрешности предложенного численного метода.

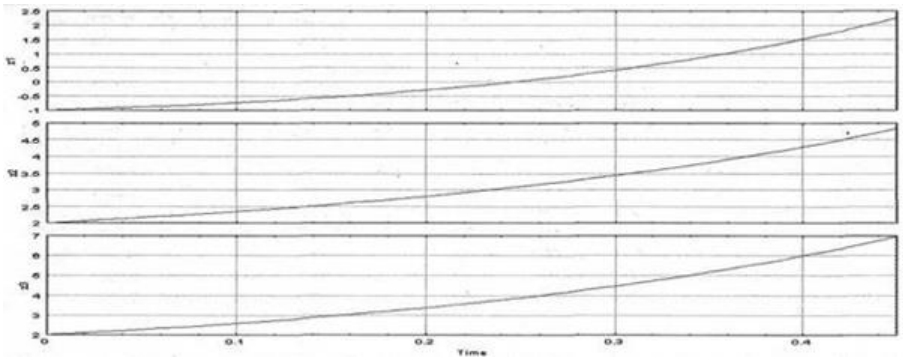


Рисунок 9 - Графики решений в SystemBuild

Достичь необходимого значения частоты срабатывания ключевых элементов (шага интегрирования) не удалось по следующим причинам [5]:

- при частоте срабатывания ключей большей 10 кГц наблюдается неустойчивость их работы;

- начиная со значения шага интегрирования $h = 10^{-4}$ с осциллографы Scope и SimTime Waveform из-за ограниченного объема памяти буфера не обеспечивают непрерывного наблюдения графиков решений на всем промежутке интегрирования.

Этот существенный недостаток преодолим в Simulink за счет возможности передачи результатов моделирования в рабочее пространство Workspace и их дальнейшей обработки средствами МАТЛАБ. Такой же прием визуализации решений применим и в пакете SystemBuild. Структура Simulation Loop практически не предоставляет возможности эффективной работы с массивами, имеющимися в LabVIEW.

Включенные в состав всех рассмотренных модулей точные решатели не обеспечивают исследование моделей в натуральном масштабе времени. При времени переходного процесса исследуемой системы 0,45 сек модельное время при наибольшем значении шага интегрирования $h = 10^{-3}$ с составляет в Simulink 5 с, а в Simulation Module - 8,5 с.

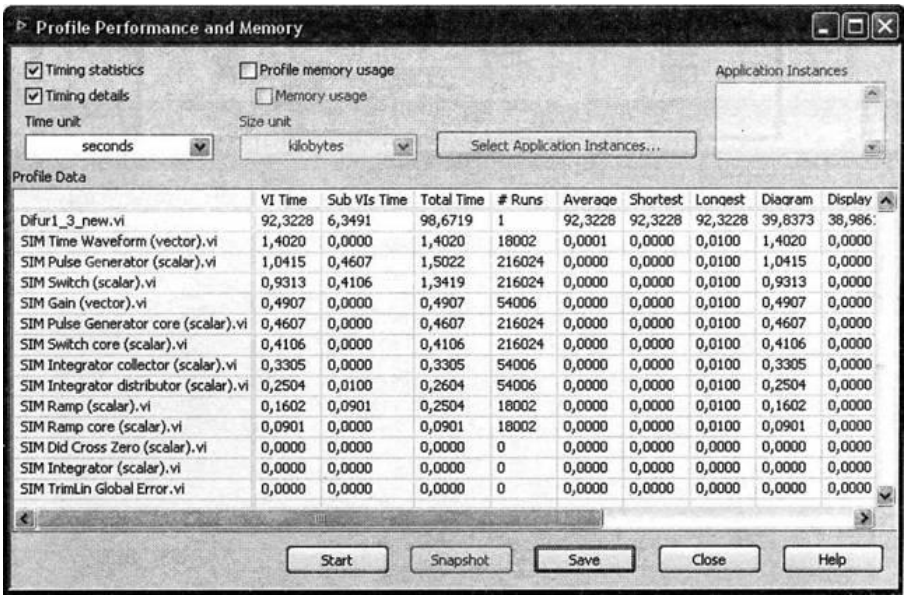


Рисунок 10 – результат работы программы Profile 4

Отчет работы программы профилировщика LabVIEW представлен на рисунке 10 [6]. Величина Total Time равна 98,6719 с при шаге интегрирования равным 10^{-4} сек. Исследование поведения моделей с меньшими значениями шага интегрирования при таких скоростях получения решений не имеет смысла. При малом значении шага начинают проявляться инструментальные погрешности, обусловленные алгоритмами вычислений и длинной машинного слова при представлении числовых данных в формате double.

Таким образом, в качестве заключения представим следующие выводы:

1. Результаты нашего исследования подтверждают теоретические выводы.

2. Доказана возможность реализации аналогового процессора в среде МП.

3. Проведенный анализ погрешности показал, что точность метода МПИ выше, чем у метода odei(Euler) и практически совпадает с методом ode2(Heun).

4. Решение тестового уравнения не может быть получено в реальном времени (за 0,45 с) во всех системах моделирования.

5. Низкая скорость моделирования подтверждает необходимость аппаратной реализации решателей ОДУ.

Список использованных источников:

1. Р. Е. Танкелевич Моделирующие микропроцессорные системы. М: Энергия, 2019, 120 с.

2. К. Г. Жуков Методы и средства реализации последовательно-параллельных интегрирующих структур. Автореферат, Ленинград, 1998.

3. Е. А. Лоренц Специализированный аналоговый процессор на линейных интегральных схемах. В сб.: Линейные интегральные схемы и их применение в приборостроении и промышленной автоматике. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции. Ленинград, 1998.

4. М. В. Подобед. Модифицированный метод Эйлера и его реализация средствами вычислительной техники. В сб.: Теория и методы построения импульсных вычислительных устройств. Труды расширенного заседания Международной ассоциации по аналоговым вычислениям. Рязань, 1998.

5. К. Г. Жуков Моделирование интегрирующих структур. Компьютерное моделирование 2002: Труды Междунар. науч.-техн. конф. // СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002 - 230 с.

6. Кульмамиров С. А. Возможности LabVIEW в моделировании встраиваемых систем управления. Матер. межд. конф. «Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments», Астана: ЕНУ, 2015.

Азиева Г., преподаватель кафедры ИСиТ,
Кульмамиров С. А., и.о. доцента,
к.т.н., академик МАИН,
Есильский университет, Астана.

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ИНТЕГРИРОВАНИЯ

Аннотация: Произведена оценка работы суперЭВМ CDAC «Param-Bilim» с параллельной архитектурой при параллельном программировании

плоского нелинейного маятника по методу РК2 и Д2. Достигнуто двукратное ускорение моделирования за счет сокращения числа последовательных операций на шаге интегрирования. Результаты исследования могут быть использованы при моделировании нелинейных динамических систем на суперЭВМ с параллельной архитектурой в реальном масштабе времени, а также в среде LabVIEW компьютерного моделирования. Высокопроизводительная суперЭВМ расположена в 12 этажном здании факультета «Информационных технологий» ЕНУ имени Л. Н. Гумилева (г. Астана).

Ключевые слова: цикл, параллельные вычисления, многоядерные процессоры, LabVIEW.

Аңдатпа: Параллель архитектурасы бар CDAC Param-Bilim суперкомпьютерінің өнімділігі RK2 және D2 әдістерін қолдана отырып, жазық сызықты емес маятникті параллель бағдарламалау кезінде бағаланды. Интеграция қадамындағы тізбекті операциялар санын азайту арқылы модельдеу жылдамдығы екі есеге артты. Зерттеу нәтижелерін параллель архитектурасы бар суперкомпьютерлерде сызықты емес динамикалық жүйелерді нақты уақыт режимінде модельдеуде, сондай-ақ LabVIEW компьютерлік модельдеу ортасында пайдалануға болады. Жоғары өнімді суперкомпьютер Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің (Астана) ақпараттық технологиялар факультетінің 12 қабатты ғимаратында орналасқан.

Кілт сөздер: цикл, параллель есептеу, көп ядролы процессорлар, LabVIEW.

Abstract: The performance of the CDAC Param-Bilim supercomputer with parallel architecture was evaluated during parallel programming of a planar nonlinear pendulum using the RK2 and D2 methods. Simulation speedup was doubled by reducing the number of sequential operations in the integration step. The results of the study can be used in real-time modeling of nonlinear dynamic systems on supercomputers with parallel architecture, as well as in the LabVIEW computer simulation environment. The high-performance supercomputer is located in the 12-story building of the Faculty of Information Technology at L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana).

Keywords: cycle, parallel computing, multi-core processors, LabVIEW.

Постановка задачи. Решить задачу моделирования нелинейной хаотической динамической системы параллельным численным методом 4 порядка. Провести оценку погрешности полученного решения в установившемся режиме.

Решение: В решении задач принято дальнейшее применение среды моделирования LabVIEW последних версии с использованием режима параллельных вычислений через цикл For Loop в составе виртуального прибора Find Parallelizable Loops.

В связи с ускоренным развитием возможностей суперЭВМ в наше время бурно развивается способы широкого применения параллельных вычислений. В системах автоматического управления (САУ) это связано с инновационным развитием численного моделирования детерминированных динамических систем, описываемых системами дифференциальных уравнений (СДУ) [1].

Особый интерес представляет машинное решение нелинейных дифференциальных уравнений, не поддающихся решению аналитическим способом. В пакетах программ по моделированию математическим аппаратом численного решения СДУ остается семейство методов Рунге–Кутты. Эти хорошо изученные и зарекомендовавшие себя алгоритмы имеют ряд существенных недостатков с точки зрения дальнейших перспектив развития моделирующих систем.

Алгоритмы методов Рунге–Кутты являются рекуррентными многостадийными итерационными процессами, плохо поддающиеся распараллеливанию. В последнее время возрос интерес к параллельным численным методам интегрирования [2-4]. При этом практически все известные модели САУ рассматривают варианты распараллеливания методов Рунге–Кутты.

При таком подходе сохраняются все недостатки явных методов Рунге–Кутты, связанные с их малой численной устойчивостью, накладывающей серьезные ограничения при моделировании жестких систем.

Здесь рассмотрим пример работы плоского нелинейного маятника, где используется численные методы 2 и 4 порядка алгебраической точности, являющихся параллельными модификациями метода Эйлера и не относящихся к группе методов Рунге–Кутты, для численного моделирования нелинейных динамических систем.

Классическая задача математического моделирования поведения плоского нелинейного маятника описывается дифференциальным уравнением вида:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2}+\frac{g}{l}\sin\theta=\frac{\tau}{ml^2}, \qquad (1)$$

где l – длина нити между шаром и подвесом; m – масса шара; θ – угол между текущей и устойчивой позицией шара; τ – внешняя сила, воздействующая на шар.

Произведем замену переменных состояния θ и $\frac{d}{dt}$ на z_1 и z_2 соответственно. В нормальной форме Коши уравнение (1) примет вид:

$$\begin{cases} \dot{z}_1 = z_2; \\ \dot{z}_2 = -a\sin z_1 + b, \; b=\frac{\tau}{ml^2};\; a=\frac{g}{l}. \end{cases} \qquad (2)$$

Алгоритм классического метода Рунге–Кутты 2 порядка алгебраической точности (РК2) для решения системы (2) может быть описан следующей последовательностью действий:

$$
\begin{aligned}
&k_{11} = z_2[n];\ k_{12} = b - a\ \sin z_1[n];\ z_{11} = z_1[n] + k_{11}h;\\
&z_{21} = z_{20}[n] + k_{12}h;\ k_{21} = z_{21};\ k_{22} = b - a\ \sin z_{11};\\
&z_1[n+1] = z_1[n] + h\left(k_{11} + k_{12}\right)/2;\\
&z_2[n+1] = z_2[n] + h\left(k_{21} + k_{22}\right)/2,
\end{aligned}
\qquad (3)
$$

Здесь h – величина шага интегрирования. Классический алгоритм содержит 18 операций, необходимых для расчета решения на каждом шаге интегрирования, из них 8 умножений, 8 сложений и 2 операции взятия синуса. Тогда требуется создать виртуальный инструмент (ВИ) в среде NI LabVIEW по реализации алгоритма (3). Лицевая панель ВИ показана на рисунке 1.



Рисунок 1 - Лицевая панель ВИ «Модель плоского нелинейного маятника»

По динамическим процессам поведения переменных состояния строится фазовый портрет дискретной системы (3). Модель составлена численным методом РК 2. На рисунке 2 показаны график зависимости $\theta(t)$ и фазовый портрет объекта с шагом интегрирования 0,1 с и временем моделирования 45 с.

Как видно слева на рисунке 1, накапливающаяся ошибка решателя приводит со временем к неустойчивости дискретной системы. Решение сводится к расходящемуся процессу, что является следствием малой численной устойчивости явных методов Рунге–Кутты.

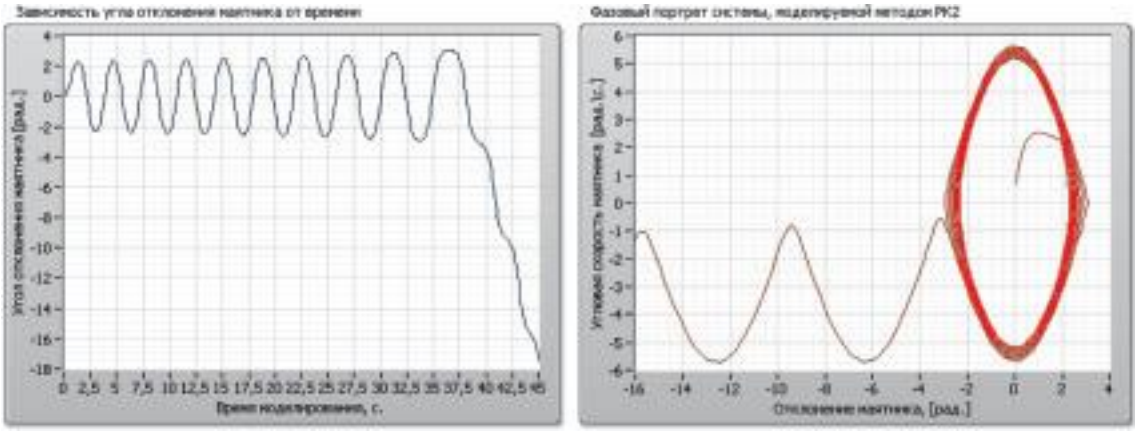


Рисунок 2. Поведение системы уравнений (2) во временной области и фазовом пространстве (моделирование реализовано методом Рунге–Кутты 2 порядка)

Для параллельного метода 2 порядка точности (Д2 - метод 2 порядка с диагональной коррекцией) алгоритм решения системы уравнений (2) с шагом интегрирования h будет иметь вид [2]:

$$z_{11} = z_1[n] + z_2[n]h;\ z_{21} = z_2[n] + (b - a\ \sin z_{11})h;$$
$$z_{22} = z_2[n] + (b - a\ \sin z_1[n])h;\ z_{12} = z_1[n] + z_{22}h;$$
$$z_1[1+n] = \frac{z_{11} + z_{12}}{2};\ z_2[1+n] = \frac{z_{21} + z_{22}}{2}. \qquad (4)$$

Нужно заметить, что расчет z_{11} и z_{21} может быть выполнен независимо от расчета z_{12} и z_{22}. Образуются 2 параллельного интегрирующего (двух ядерного) процессора. Усреднение значений переменных состояния, полученных на предыдущем шаге и являющихся выходными значениями на текущем шаге, выполняются в составе параллельной части решателя (рисунок 3). В этом случае не требуется подача усредненного значения.

Теперь можно заметить, что алгоритм метода Д2 содержит 18 операций на шаге интегрирования, из которых 8 умножений, 8 сложений и 2 операции взятия синуса. Если при этом учесть параллельную структуру решателя, то количество последовательно выполняемых действий сокращается до 7 операций: из них 3 умножения, 3 сложения и 1 операция взятия синуса. Расчетное ускорение вычислений по сравнению с методом РК2 составляет около двух раз. Ускорение будет увеличиваться с ростом порядка моделируемой системы дифференциальных уравнений.

Кроме быстродействия и алгебраической точности при моделировании динамических систем на суперЭВМ можно оценить уровень численной устойчивости метода. Известные аналитические способы определения устойчивости численных методов интегрирования предназначены для оценки устойчивости РК-методов (в виде таблицы Бутчера, [1]). Однако известно [1], что Д-

методы невозможно представить в виде таблицы Бутчера, т.к. они не опираются на обобщенную формулу Рунге–Кутты. Это требует подбора другого подхода к оценке устойчивости Д-методов.

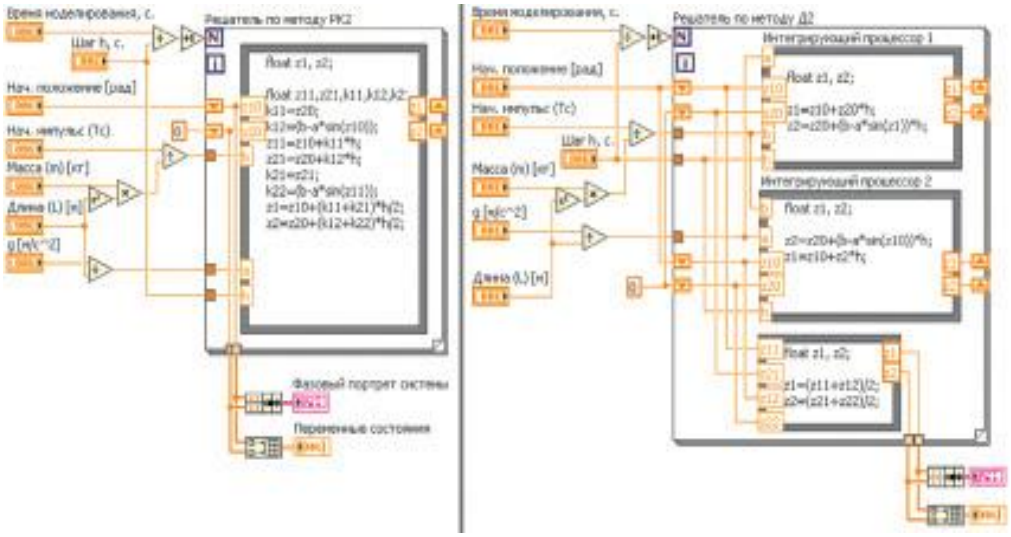


Рисунок 3. Сравнение блок-диаграммы решателя системы уравнений (2) на основе метода РК 2 (слева) и двухпроцессорного решателя на основе параллельного метода D2

Экспериментальная оценка устойчивости численного метода Д2 позволит сравнить характеристики дискретной модели, построенной по методу РК2. На рисунке 4 представлен график поведения переменной состояния системы уравнений (2) и фазовый портрет при тех же параметрах моделирования, как на рисунке 1, но при решении методом Д2.

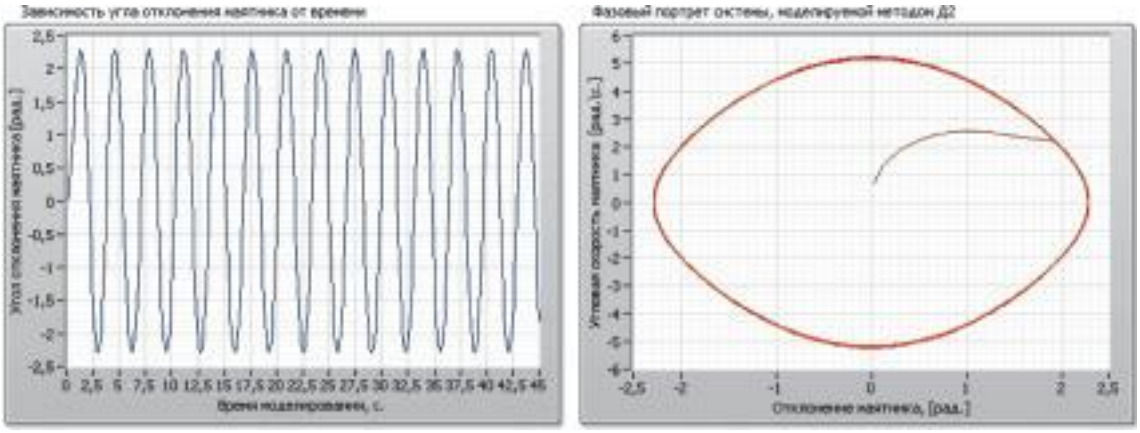


Рисунок 4. Поведение системы уравнений (2) во временной области и фазовом пространстве при моделировании параллельным методом Д2

Сравнив рисунки 2 и 4 можно констатировать, что модель, построенная по методу Д2, остается устойчивой, на всем интервале времени моделирования сохраняя заданную погрешность расчета значений переменных состояния,

в отличие от метода РК 2. При этом метод Д2 имеет в два раза меньше последовательно выполняемых операций на шаге.

Рассмотрим известную систему дифференциальных уравнений Лоренца, называемая в некоторых источниках [5] «странным аттрактором Лоренца».

$$\begin{cases} \dot{x} = \sigma(y - x), \\ \dot{y} = x(r - z) - y, \\ \dot{z} = xy - bz. \end{cases} \tag{5}$$

Для моделирования системы уравнений (5) используется параллельный метод четвертого порядка алгебраической точности Д4, описанный в работе [2]. Фазовый портрет уравнений (5) в трех измерениях, представлен на рисунке 5. Параметры моделирования имеют следующие численные значения: $t_{мод}$ = 80 с, σ = 10, r = 28, b = 2,6667, h = 0,01 с.

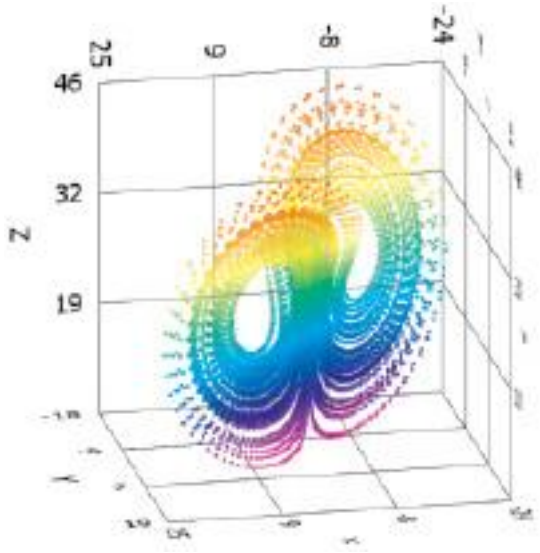


Рисунок 5 - Трехмерный фазовый портрет моделирования аттрактора Лоренца численным методом Д4

Обладая свойством вычислительного параллелизма, метод Д4 обеспечивает как минимум двукратное ускорение процесса моделирования по сравнению с методом РК4 при реализации на суперЭВМ с параллельной архитектурой [1].

Таким образом, предложенный параллельный численный метод интегрирования 2 порядка имеет достаточную численную устойчивость при моделировании нелинейных систем, находящихся на грани устойчивости, по сравнению с классическим методом РК 2.

При реализации решателя по методу Д2 на суперЭВМ с параллельной архитектурой также достигается 2-кратное ускорение задачи моделирования сокращением числа последовательных операций на шаге интегрирования.

Список использованных источников:

1. Бутусов Д. Н., Островский В. Ю., Красильников А. В. Моделирование нелинейных динамических систем параллельными численными методами интегрирования // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12-9. – С. 1873-1877.

Садыков А. С., математика пәнінің мұғалімі,
Абай облысы, Бородулиха ауданың Зубаир ауылы

БҰРЫШТЫ ТЕҢ ҮШ БӨЛІККЕ БӨЛУ АМАЛЫ

Аңдатпа: Бұл мақалада 2500 жылдан астам уақыт бойы шешілмей келген ежелгі классикалық геометриялық есептің жаңа конструктивтік шешімі ұсынылды. Сызғыш пен циркульді пайдаланып, ұсынылған конструктивтік әдіс арқылы кез келген бұрышты тең үш бөлікке бөлуге болады. Бұл конструкция шеңбер мен түзудің қиылысу заңдылықтарын үйлестіріп, трисекция есебінің нақты шешуін қамтамасыз етеді. Еептеу, зерттеу нәтижелері трисекция есебі жуықтап шешілгенін емес, оның шешуінің нақты дәл конструкция түрінде табылғанын білдіреді.

Түйінді сөздер: Бұрыштың трисекциясы, конструктивтік әдіс, сызғыш пен циркуль, геометриялық алгоритм, салу қағидасы.

Аннотация: В статье предложено новое конструктивное решение древней классической геометрической задачи, остававшейся нерешённой более 2500 лет. С использованием линейки и циркуля предложенный конструктивный метод позволяет разделить произвольный угол на три равные части. Данная конструкция основана на согласованном применении закономерностей пересечения окружности и прямой и обеспечивает точное решение задачи трисекции угла. Результаты вычислений и проведённых исследований показывают, что задача трисекции решена не приближённо, а в виде строго точной конструктивной реализации.

Ключевые слова: трисекция угла, конструктивный метод, линейка и циркуль, геометрический алгоритм, принцип построения.

Abstract: This paper presents a new constructive solution to an ancient classical geometric problem that has remained unsolved for more than 2500 years. Using only a ruler and a compass, the proposed constructive method enables the trisection of an arbitrary angle. The construction is based on a coordinated use of the geometric properties of circle–line intersections and provides an exact solution to the angle trisection problem. The results of calculations and analytical investigations demonstrate that the trisection is achieved not approximately, but as a strictly exact constructive method.

Keywords: angle trisection, constructive method, ruler and compass, geometric algorithm, principle of construction.

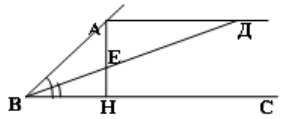
Бұрыштың трисекциясы жайлы есеп бірнеше ғасыр бойы математиктердің назарында болды, тек 19-ғасырда ғана еркін алынған бұрыш үшін мұндай салу мүмкін емес екендігі дәлелденді. Рене Декарт «шешілмейтін есеп» - деп тұжырым жасаған, 1837 жылы П. Ванцель қатаң түрде «бұрыштың трисекциясы орындалмайды» деп дәлелдеген. Шешілмейтін есеп болғандықтан осы мәселемен айналысқан Элладалық Гиппи, Александриялық Некомед, Архимед арнайы әдіс – тәсілдермен, құралдар ойластырғанмен, шешімі табылмаған. А. Скопец «Геометрические миниатюры», М.: Просвещение, 1990 жылы шыққан кітабында және А. Г. Цыпкин «Справочник по математике» М.: Наука, 1981 жылғы шыққан кітабынан алынған үзіндіні қазақша аударылыммен сипаттасақ, былай деп атап көрсеткен:

«Кез келген бұрышты үш тең бөлікке бөлу немесе «бұрыштың трисекциясы» мәселесі ежелгі Грецияда шешілген үш әйгілі құрылыс есептерінің бірі (бұрыштың трисекциясы, шеңберді квадраттау және кубты екі еселеу). Бұл есептердің шешімі бірнеше ғасырлар бойы ізделді, бірақ оларды циркуль мен түзу сызықты пайдаланып шешу мүмкін емес екені дәлелденді.

Осылайша, бұрыштың трисекциясы x3 + px + q = 0 куб теңдеуінің түбірін құруға дейін азаяды. Бұл бұрыштың туындысы үшін алынған теңдеудің рационал түбірі жоқ. Сондықтан (циркуль мен түзу сызықты пайдаланып кесінді құру критерийіне сәйкес), бұрыштың трисекциясын бұл құралдармен жасау мүмкін емес.

Мысалы, 60° бұрышты циркуль мен түзу сызықты пайдаланып үш тең бөлікке дәл бөлу мүмкін емес. Бұрыштың трисекциясы - бұрыштың төбесі арқылы өткізіліп, оны 1/2 қатынасында бөлетін сәуле».

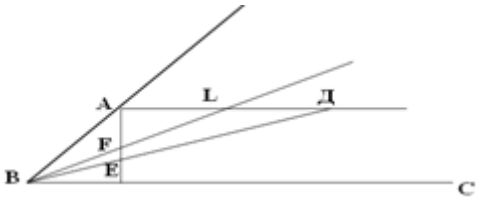
1972 жылы «Математическое просвещение» баспасынан шыққан ағылшын ғалымы У. У. Сойердің «Прелюдие к математике» кітабінің екінші тарауындағы «Какими качествами должен обладать математик» тақырыбында да бұрышты циркуль және сызғыштың көмегімен теңдей 3 бөлікке бөлінбейтінін жазған. Дегенмен, 1972 жылы «Наука Казахской ССР» баспасынан әл – Фарабидің «Математические трактаты» А. Көбесовтың жинақтауымен шыққан «Книга духовных искусных приемов и природных таин о тонкостях геометрических фигур» тарауында бұрыштарды тең үш бөлікке бөлуге болатынын жазған, бірақ талдау мен сызғыш пен циркульді қолдану жолдарын қарастырмаған. Онда мынадай шарт орындалған: берілген АВС бұрышының бір қабырғасының бойынан А нүктесін алып, сол нүкте арқылы ВС қабырғасына параллель және перпендикуляр жүргізіп ЕД = 2АВ кесіндісін жүргізсек, онда ДВС бұрышы берілген бұрыштың екіден бір мәніне тең болады делінген [2] (1-сурет).



1-сурет - ДВС бұрышын анықтау шартына көрініс

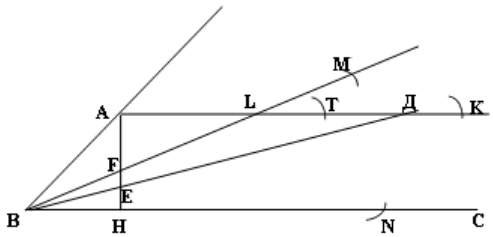
Бұл келтірілген деректердің барлығы трисекция есебіне қатысты орын алған тарихи мәліметтер.

Сызғыш және циркуль көмегімен бұрышты бөліп салуды талдау. Берілген АВС бұрышы тең үш бөлікке бөлінген, ЕД = 2АВ және LАД сәулесінің бойында жатқан нүкте, ал BL жүргізілген сәуле, әрі $|BL|$ = 2АВ болсын деп алайық. Мұнда $[BL] \cap [AH]$ = F (2-сурет).



2-сурет – Сызғыш пен циркуль көмегімен бұрышты бөліп салу амалы

1) Центрлері F және Н нүктелерінде жататын ал радиусы BL тең болатын шеңберлер жүргізсек, онда олар BL, AL және ВС сәулелерімен белгілі бір нүктелерде қиылысады. Ендеше керекті белгілеулер еңгізейік: Ш(F, BL)$\cap [BL)$ = М, Ш (F, BL)$\cap [AL)$ = К, Ш(F, BL)$\cap [BC)$ = N, Ш(Н, BL)$\cap [AL)$ = Т. Бұдан шығатын шешім, ол Д $\in$ [ТК] деп айтуға болады (3-сурет).



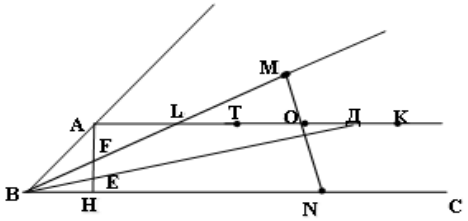
3-сурет - Центрлері F және Н нүктелерінде болатын BL радиусты шеңберлерді жүргізу

2) Центрлері $[TД)$ мен [КД) жартылай интервалдарында жататын радиусы BL – ге тең болатын барлық шеңберлер сәйкесінше [НЕ) және [FЕ) жартылай интервалдарымен белгілі бір нүктелерде қиылысады, бірақ бұл нүктелердің ешқайсысы В және Д нүктелерімен бір түзудің бойында жатпайды.

Демек центрі тек Д нүктесінде жататын радиусы BL – ге тең болатын шеңбер ғана FH кесіндісімен Е нүктесінде қиылысады, әрі В және Д нүктелерімен бір түзудің бойында жатады, яғни ЕД =2АВ, [FH] $\cap$[ВД]=Е.

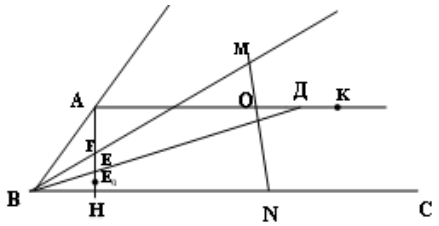
Енді MN кесіндісін жүргізсек, онда ол АК кесіндісімен қиылысады: $[MN] \cap [AK] = 0$ осыдан О $\in [TД)$ деп санайық. Ендеше Д $\in$ [ОК] болады (4-сурет).

3) Центрі О нүктесі радиусы BL- ге тең болатын шеңбердің FH кесіндісі мен қиылысу нүктесі E_0 деп белгілейік, E_0 нүктесі Е нүктесінен төмен жатыр, бұдан Е $\in [E_0F]$ (5-сурет).



4-сурет - Центрі тек Д нүктесінде жататын радиусы BL болатын шеңбер ғана FH кесіндісімен E нүктесінде қиылысу көрінісі

ОД = КД немесе ОД≠ КД болуы мүмкін, осы екі жағдайдың біреуіне байланысты В, Е және Д нүктелері бір түзудің бойында жатады, әрі ЕД = 2АВ шарты орындалады. Егер ОД = КД болса, онда сызғыш пен циркуль пайдалану кесінді салу қағидасына қайшы келмейді№ Яғни Д мен Е нүктелері жылжымайтын нүктелер болады, ал егер ОД ≠ КД болса, онда Д, Е нүктелері сәйкесінше ОК, E_0F және КО, FE_0 бойындағы қозғалмалы нүктелер болып табылады және бұл жағдайда кесінді салу қағидасына қайшы келеді.



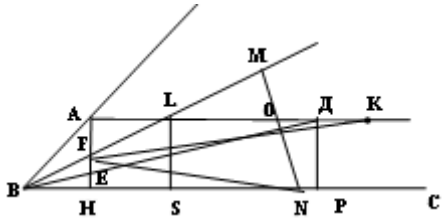
5-сурет - Центрі О, радиусы BL шеңбердің FH кесіндісі мен қиылысу нүктесі E_0 болады, сол себепті $E \in [E_0F]$ екені айқын

4) Екі жағдайда да ОД = КД , ОД ≠ КД қанағаттандыратындай Д және Е нүктелерін дәл салудың практикалық жолын қарастырайық. Ол үшін сызғыштың бойында ЕД = 2АВ тең болатындай ара қашықтықты көрсетіп таңба саламыз.

Е–ні F, Д–ны К нүктесімен немесе Е–ні E_0, Д–ны О нүктесімен беттестіріп сәйкесінше FE_0 мен КО және E_0F пен ОК кесінділерінің бойымен Е, Д нүктелерін қатар жылжытамыз. Сонымен В, Е, Д нүктелері бір түзудің бойында орналасатындықтан сызығышты В нүктесімен дәл келгенше жылжытып ЕД = 2АВ шарты орындалатындай Е, Д нүктелерін саламыз.

Яғни $\angle ДВС = \frac{1}{3}\angle АВС$ болады.

<u>Бұрыш шамасы 45°, 60°-қа тең болған жағдайда ОК, КД кесіндісінің ұзындықтарын анықтау амалы.</u>



6-сурет – ОК және КД кесіндісінің ұзындықтарын анықтауға көрініс

Бұл амалдағы анықтайтын шамалардың формуласын қысқаша жазайық: ∠ABC = 45°, ∠ДBC = 15° (6-сурет).

AH = BH = LS = DP = 1. AB = $\sqrt{2}$.

BL = FM = FK = FN = $2\sqrt{2}$, BP = 2 + $\sqrt{3}$.

1) ΔBLS-ден табанымыз: BS = $\sqrt{BL^2 - LS^2}$, BS = $\sqrt{\left(2\sqrt{2}\right)^2 - 1}$ =$\sqrt{7}$, HS = BS – BH, HS = $\sqrt{7}$ – 1 HS = AL, AL = $\sqrt{7}$ – 1.

2) ΔBLS ~ ΔBFH, $\frac{LS}{FH} = \frac{BS}{BH}$; $\frac{1}{FH} = \sqrt{7}$ FH = $\frac{\sqrt{7}}{7}$, FA = AH – FH, FA = 1 - $\frac{\sqrt{7}}{7}$ = $\frac{7-\sqrt{7}}{7}$.

3) ΔFAL-ден FL = $\sqrt{AL^2 + FA^2}$ FL = $\sqrt{\left(\sqrt{7}-1\right)^2 + \left(\frac{7-\sqrt{7}}{7}\right)^2}$.

FL= $2\sqrt{2}\left(1 - \frac{\sqrt{7}}{7}\right)$, LM = FM – FL. LM = $2\sqrt{2} - 2\sqrt{2}\left(1 - \frac{\sqrt{7}}{7}\right) = \frac{2\sqrt{14}}{7}$.

4) tg(∠AFL) = $\frac{AL}{FA}$ tg (∠AFL) = $\left(\sqrt{7} - 1\right) \cdot \frac{7}{7-\sqrt{7}} = \sqrt{7}$, ∠AFL = arctg$\sqrt{7}$,

∠ FLA = ∠OLM ∠ OLM = 90° - arctg$\sqrt{7}$.

5) ΔFHN-нен NH = $\sqrt{FN^2 - FH^2}$. NH = $\sqrt{\left(2\sqrt{2}\right)^2 - \left(\frac{\sqrt{7}}{7}\right)^2} = \sqrt{\frac{55}{7}}$.

Tg (∠NFH) = $\frac{NH}{FH}$, tg (∠NFH) = $\sqrt{\frac{55}{7}} * \frac{7}{\sqrt{7}} = \sqrt{55}$. NFH = arctg$\sqrt{55}$.

6) ΔFMN тең бүйірлі, ∠MFN = 180° - (∠AFL+∠NFH).

∠MFH = 180°- (arctg$\sqrt{7}$ + arctg$\sqrt{55}$) FM = FN.

∠LMO = $\frac{180° - (180° - (\text{arctg}\sqrt{7} + \text{arctg}\sqrt{55}))}{2}$ ∠LMO = $\frac{1}{2}$ (arctg$\sqrt{7}$ + arctg$\sqrt{55}$).

∠LOM = 180° - (∠OLM + ∠LMO). ∠LOM = $\frac{180° + \text{arctg}\sqrt{7} - \text{arctg}\sqrt{55}}{2}$.

7) ΔLMO-дан синустар теоремасы бойынша: $\frac{LM}{\sin(\angle LOM)} = \frac{OL}{\sin(\angle LMO)}$.

$\frac{\frac{2\sqrt{14}}{7}}{sin\frac{180° + \text{arctg}\sqrt{7} - \text{arctg}\sqrt{55}}{2}} = \frac{OL}{sin\frac{\text{arctg}\sqrt{7} + \text{arctg}\sqrt{55}}{2}}$.

$sin\frac{180° + \text{arctg}\sqrt{7} - \text{arctg}\sqrt{55}}{2} = \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1+\sqrt{385}}{16\sqrt{7}}}$, $sin\frac{\text{arctg}\sqrt{7} + \text{arctg}\sqrt{55}}{2} = \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{1-\sqrt{385}}{16\sqrt{7}}}$

OL = $\frac{2\sqrt{14}\sqrt{\frac{1}{2} - \frac{1-\sqrt{385}}{16\sqrt{7}}}}{7\sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1+\sqrt{385}}{16\sqrt{7}}}}$ OA = AL + OL = $\sqrt{7}$ – 1 + OL. AD = HP, HP = BP – BH, AD = 2 + $\sqrt{3} - 1 = 1 + \sqrt{3}$.

OD = AD – OA , OD = 2+$\sqrt{3}$ - $\sqrt{7}$ – OL . OD ≈ 0,043.

8) ΔFAK-дан AK = $\sqrt{FK^2 - FA^2}$. AK = $\sqrt{\left(2\sqrt{2}\right)^2 - \left(\frac{7-\sqrt{7}}{7}\right)^2}$.

AK = $\sqrt{\frac{48+2\sqrt{7}}{7}}$, KD = AK – AD, KD = $\sqrt{\frac{48+2\sqrt{7}}{7}} - \left(\sqrt{3}+1\right)$. KD ≈ 0,027,
OD > KD, OD – KD ≈ 0,02, OK = OD + KD. OK ≈ 0,07.

9) ∠ABC = 60°, ∠ДВС =20°, ΔLMO-дан LM = $4 - \sqrt{\frac{224-32\sqrt{13}}{13}}$.

∠MLO = $90° - \text{arctg}\frac{\sqrt{39}}{3}$, ∠LMO = $\frac{\text{arctg}\frac{\sqrt{39}}{3}+\text{arctg}\frac{\sqrt{615}}{3}}{2}$.

∠LOM = $\frac{180°+\text{arctg}\frac{\sqrt{39}}{3}-\text{arctg}\frac{\sqrt{615}}{3}}{2}$. $\frac{LM}{sin(\angle \text{LOM})} = \frac{OL}{sin(\angle \text{LMO})} =$

$= \frac{4-\sqrt{\frac{224-32\sqrt{13}}{13}}}{sin\frac{180°+\text{arctg}\frac{\sqrt{39}}{3}-\text{arctg}\frac{\sqrt{615}}{3}}{2}} = \frac{OL}{sin\frac{\text{arctg}\frac{\sqrt{39}}{3}+\text{arctg}\frac{\sqrt{615}}{3}}{2}}$.

$sin\frac{180°+\text{arctg}\frac{\sqrt{39}}{3}-\text{arctg}\frac{\sqrt{615}}{3}}{2} = \sqrt{\frac{1}{2}+\frac{3+\sqrt{2665}}{32\sqrt{13}}}$.

$sin\frac{\text{arctg}\frac{\sqrt{39}}{3}+\text{arctg}\frac{\sqrt{615}}{3}}{2} = \sqrt{\frac{1}{2}-\frac{3-\sqrt{2665}}{32\sqrt{13}}}$ OL = $\frac{\left(4-\sqrt{\frac{224-32\sqrt{13}}{13}}\right)\sqrt{\frac{1}{2}-\frac{3-\sqrt{2665}}{32\sqrt{13}}}}{\sqrt{\frac{1}{2}+\frac{3+\sqrt{2665}}{32\sqrt{13}}}}$.

AD = $\frac{\sqrt{3}}{tg20°} - 1$, OA = $\sqrt{13}$ – 1 + OL, OD = $\frac{\sqrt{3}}{tg20°} - 1+\sqrt{13}$ + 1 –OL,

OD ≈ 0,074. KD = $\sqrt{16-\left(\frac{13\sqrt{3}-\sqrt{39}}{13}\right)^2} - \left(\frac{\sqrt{3}}{tg20°}-1\right)$,
KD ≈ 0,04, OD > KD, OD – KD ≈ 0,03. OK ≈ 0,11.

Дәлелдемесі: ∠ДВС = x болсын делік, ∠ДВС мен ∠ВДА ішкі айқыш бұрыштыр болып саналады. ΔАВД- дан синустар теоремасы бойынша $\frac{\text{АД}}{\sin(\alpha-x)}$ = $\frac{AB}{sinx}$ ΔДЕА-дан cos$x$ = $\frac{\text{АД}}{\text{ЕД}}$, ал шарт бойынша ЕД = 2АВ болғандықтан, $\frac{\mathbf{2}\text{ABcos}x}{\sin(\alpha-x)}$ = = $\frac{\text{AB}}{sinx} \Rightarrow sin2\text{x} = \sin(\alpha - x)$.

Демек, $x = \frac{1}{3}\alpha$ болады.

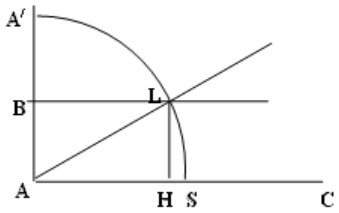
Зерттеуді әрі қарай жалғастырайық:

1) ∠BAC = α, 0°< α <90°.

ОК кесіндісінің ұзындығы ЕҒ кесіндісінің ұзындығына тәуелді өзгереді, яғни оның ЕҒ ± ΔЕҒ ұзындығына артса не болмаса кемісе, онда сәйкесінше ОК кесіндісінің де ұзындығы қандай да бір ΔК ± ΔОК ұзындығы артады, ОК < ЕҒ кемиді.

2) Егер α → 90° болса, онда ОК кесіндісінің ұзындығы әр қадам сайын ОК + ΔОК-ға артады. А = 90°, ОК = 0, ЕҒ = 0, АВ = А’ В = LH = 1, AL = AS = AA' = 2, AH = $\sqrt{3}$, $\frac{1}{3}\alpha = 30°$ болады (7-сурет).

3) Егер α > 90° болса, онда доғал бұрышты алдымен екі сүйір бұрышқа немесе оның бір бөлігін тік бұрышқа тең болатындай етіп түрлендіреміз. Яғни есептің шешімі бар – деп санайық.



7-сурет – L нүктесі қасиетіне қатысты зерттеулер көрінісі

4) BE = AB$\frac{cos\alpha}{cos\frac{1}{3}\alpha}$, BD = AB$\frac{sin\alpha}{sin\frac{1}{3}\alpha}$, ED = BD – BF , олай болса:

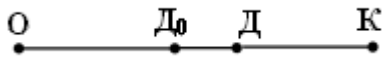
ED = AB$\left(\frac{sin\alpha}{sin\frac{1}{3}\alpha} - \frac{cos\alpha}{cos\frac{1}{3}\alpha}\right)$, ED = 2AB өйткені $\frac{sin\alpha}{sin\frac{1}{3}\alpha} - \frac{cos\alpha}{cos\frac{1}{3}\alpha}$ = 2, $\alpha \neq \frac{3\pi}{2}n$, n ∈ Z.

5) α = 45°, $\frac{1}{3}$α = 15°, EF = $\frac{\sqrt{7}}{7} + \sqrt{3} - 2$, OK < EF яғни OK < $\frac{\sqrt{7}}{7} + \sqrt{3} - 2$.

α = 60°, $\frac{1}{3}$ α = 20°, EF = $\frac{\sqrt{39}}{13} - \text{tg}20°$, OK < EF, OK < $\frac{\sqrt{39}}{13} - \text{tg}20°$.

6) егер α → 0, онда OK → 0 яғни EF → 0. OK кесіндісінің ұзындығы әр қадам сайын OK – ΔOK болып кемиді.

7) Егер $Д_0$ нүктесі OK кесіндісінің орта нүктесі болса, онда $ОД_0 = КД_0$ оның жартысына тең кесінділер болады: α = 45° $ОД_0 = КД_0 \approx \frac{1}{2} \cdot 0{,}07 \approx 0{,}035$.



$|Д_0Д| = ОД - ОД_0 = КД_0 - КД$. $|Д_0Д| \approx 0{,}043 - 0{,}035 = 0{,}035 - 0{,}027$.

$|Д_0Д| \approx 0{,}01$, α = 60°, $|Д_0Д| \approx 0{,}02$.

Сонымен, кез келген бұрышты сызғыш пен циркульді пайдаланып жаңа конструктивтік әдісті қолдану арқылы тең 3 бөлікке бөлуге болады. Ендеше математикада әлі шешуін таба алмай келе жатқан есептердің бірі болып саналатын бұрышты тең үш бөлікке бөлу есебінің әдемі шешуі табылды деп айтуға толық негіз бар.

Мақаланың қорытындысы ретінде келесі ұсыныстарды атап өтейік:

1. Талдау барысында сызғыш және циркуль көмегімен E және Д нүктелерінің орналасу аймағы E_0F, OK кесінділерінде болатындығы анықталды. Яғни есеп шешуінің түйіні осы кесінділердің белгілі бір нүктелерінде жататындығы белгілі болды.

2. Сызғышқа таңба салу арқылы E_0F, OK кесінділерінде E, Д нүктелері B нүктесімен бір түзудің бойында жататындай етіп салыну қарастырылды.

3. α = 45°, α = 60° жағдайында ОД, КД кесінділерінің ұзындығы анықтауға болатындығы расталды, яғни ОД > КД.

4. Д нүктесінің OK кесіндісінің ортасы $Д_0$ нүктесінен ауытқуы, яғни $Д_0Д$ кесіндісінің ұзындығын анықтауға болатыны зерттелді.

5. $\frac{sin\alpha}{sin\frac{1}{3}\alpha} - \frac{cos\alpha}{cos\frac{1}{3}\alpha}$ = 2 теңдігі анықталды, $\alpha \neq \frac{3\pi}{2}n$, n ∈ Z.

6. ОК < ЕҒ болатыны анықталды.

Мақалада ұсынылған тәсіл бұрышты тең 3 бөлу мәселесін геометрияда жаңа қырынан қайта қарастыруға және білім беру саласында, сондай-ақ инженерлік есептерде лайықты қолдануға мүмкіндік береді. Бұл расталған жаңалық ғасырлар бойы шешілмей келген трисекция есебіне заманауи ғылыми көзқарас ұсынған геометрия саласындағы зор жетістік болып табылады. Әрі геометрияның даму тарихында жаңа кезеңге жол ашады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Әл-Фараби. Математика және жаратылыстану ғылымы. 6 том, Астана; Лотос. 2007

2. Садыков А. С. Еще раз о прямоугольном треугольнике. Журнал «Репетитор», №3, 2003.

Кошоева Б. Б., к.т.н., директор Независимого института аккредитации, рейтинга и сертификации Республики Киргизии (НИАРС), г. Бишкек,
Кульмамиров С. А., к.т.н., академик МАИН, и. о. доцента учреждения «Esil University», г. Астана

АНАЛИЗ ЧАСТОТНЫХ СВОЙСТВ ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩЕГО ЗВЕНА И ТИПОВОГО ЗВЕНА ЧИСЛЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫМ ПОЛИНОМОМ НЬЮТОНА

Аңдатпа: Ньютон интерполяциялық полиномының бірінші туындысын пайдаланып, тәжірибелік деректерді дифференциалдау жолы зерттелді.

Кілт сөздер: Ньютон полиномы, интерполяция, сандық дифференциалдау, динамикалық дабылдар, тәжірибелік деректер, дифференциалдау моделі.

Аннотация: Рассмотрены вопросы дифференцирования экспериментальных данных первым производным интерполяционного полинома Ньютона.

Ключевые слова: полином Ньютона, интерполяционный, численное дифференцирование, динамические данные эксперимента, модель дифференцирования.

Abstract: Differentiation of experimental data using the first derivative of a Newton interpolation polynomial is considered.

Keywords: Newton polynomial, interpolation, numerical differentiation, dynamic experimental data, differentiation model.

Рассматриваемый вопрос численного дифференцирования экспериментальных сигналов более подробно излагался в лиетературе [6].

В этой статье проведем сравнительный анализ частотных свойств идеального дифференцирующего звена и звена, реализующего алгоритм численного дифференцирования на базе интерполяционного полинома Ньютона [1] с использованием логарифмических амплитудно-частотных (ЛАЧХ) и фазо-частотных характеристик (ФЧХ). С помощью ЛАЧХ и ФЧХ можно оценить не только точность дифференцирования в полосе пропускания, но и установить влияние интервала дискретизации на точность оценки производной. Частотные характеристики объектов вычисляются путем последовательного применения преобразований Лапласа и Фурье к исследуемому алгоритму.

Рассмотрим алгоритм численного дифференцирования с использованием первого слагаемого производной интерполяционного полинома Ньютона [2]:

$$\hat{y}'[n\Delta t] = \frac{y[n\Delta t] - y[(n-1)\Delta t]}{\Delta t} = f[n\Delta t]. \quad (1)$$

Комплексный коэффициент усиления выражения (1) будет иметь вид:

$$W^*(j\omega\Delta t) = \frac{F^*(j\omega)}{Y^*(j\omega)} = \frac{(1 - e^{-j\omega\Delta t})}{\Delta t},$$
$$W^*(j\omega\Delta t) = \frac{1 - \cos(\omega\Delta t) + j\sin(\omega\Delta t)}{\Delta t}. \quad (2)$$

Тогда модуль оценки $|W^*(j\omega\Delta t)|$ производной по одному слагаемому от производной интерполяционного полинома Ньютона будет иметь вид:

$$|W^*(\omega\Delta t)| = \frac{1}{\Delta t}\sqrt{(1 - \cos\omega\Delta t)^2 + \sin^2\omega\Delta t} = \frac{1}{\Delta t} 2\sin\frac{\omega\Delta t}{2} \approx \omega \ \left(\text{для } \frac{\omega\Delta t}{2} \le \frac{\pi}{6}\right).$$

Последнее условие позволяет оценить верхнюю границу частоты, до которой модуль частотной характеристики (ЧХ) оценки производной совпадает с модулем ЧХ идеального дифференцирующего звена. Несколько усилив это условие, приходим к простому соотношению:

$$\omega \le \frac{1}{\Delta t}. \quad (3)$$

Фазо-частотная характеристика (2), определяемая как $\varphi(\omega\Delta t) = arctg\left(\frac{\sin\omega\Delta t}{1 - \cos\omega\Delta t}\right) = arctg\left(ctg\frac{\omega\Delta t}{2}\right)$ будет близка к $\kappa + \frac{\pi}{2}$. Если еще раз усилить условие (3), то получим:

$$\omega \le \frac{0.1}{\Delta t}. \quad (4)$$

Количественные величины погрешностей в оценке значений модуля и фазы по отношению к характеристикам идеального дифференцирующего звена для граничных условий (3) и (3) приводятся далее при расчетах ЛАЧХ и ФЧХ алгоритмов численного дифференцирования с учетом большего числа в исходном полиноме.

Для расчетов частотных характеристик действительную и мнимую части числителя комплексного коэффициента усиления (2) обозначим как

$\mathrm{Re} = 1 - \cos(\omega\Delta t); \mathrm{Im} = \sin(\omega\Delta t)$. Тогда вычислить частотные характеристики алгоритма (2) можно по формулам: $L(\omega) = 20\lg\left(\frac{\sqrt{\mathrm{Re}^2 + \mathrm{Im}^2}}{\Delta t}\right)$ и $\varphi(\omega) = arctg\left(\frac{\mathrm{Im}}{\mathrm{Re}}\right)$.

Аналогично определяются частотные характеристики алгоритма численного дифференцирования на базе 2 слагаемых производной интерполяционного полинома Ньютона:

$$\hat{y}'[n\Delta t] = \frac{3y[n\Delta t] - 4y[(n-1)\Delta t] + y[(n-2)\Delta t]}{2\Delta t} = f[n\Delta t]. \quad (5)$$

Применив к выражению (5) последовательно преобразования Лапласа и Фурье, вычислим комплексный коэффициент усиления:

$$W^*(j\omega) = \frac{F^*(j\omega)}{Y^*(j\omega)} = \frac{(3 - 4e^{-j\omega\Delta t} + e^{-2j\omega\Delta t})}{2\Delta t},$$

$$W^*(j\omega) = \frac{\left(3 - 4\cos(\omega\Delta t) + \cos(2\omega\Delta t)\right) + j\left(4\sin(\omega\Delta t) - \sin(2\omega\Delta t)\right)}{2\Delta t}. \quad (6)$$

Действительная и мнимая части числителя комплексного коэффициента усиления (6) можно записать так: $\mathrm{Re} = 3 - 4\cos(\omega\Delta t) + \cos(2\omega\Delta t);$ и $\mathrm{Im} = 4\sin(\omega\Delta t) - \sin(2\omega\Delta t)$.

Тогда частотные характеристики алгоритма (6) найдем следующим образом: $L(\omega) = 20\lg\left(\frac{\sqrt{\mathrm{Re}^2 + \mathrm{Im}^2}}{2\Delta t}\right)$ и $\varphi(\omega) = arctg\left(\frac{\mathrm{Im}}{\mathrm{Re}}\right)$.

Таблица 2 – Выражения частотных характеристик звена, основанного производной полинома Ньютона

Количество слагаемых	Алгоритм Ньютона $\hat{y}'(t_0)$	$W^*(p)$
3	$\frac{11y_0 - 18y_{-1} + 9y_{-2} - 2y_{-3}}{6\Delta t}$	$\frac{11 - 18e^{-p\Delta t} + 9e^{-2p\Delta t} - 2e^{-3p\Delta t}}{6\Delta t}$
4	$\frac{25y_0 - 48y_{-1} + 36y_{-2} - 16y_{-3} + 3y_{-4}}{12\Delta t}$	$\frac{25 - 48e^{-p\Delta t} + 36e^{-2p\Delta t} - 16e^{-3p\Delta t} + 3e^{-4p\Delta t}}{12\Delta t}$
5	$\frac{137y_0 - 300y_{-1} + 300y_{-2} - 200y_{-3} + 75y_{-4} - 12y_{-5}}{60\Delta t}$	$\frac{137 - 300e^{-p\Delta t} + 300e^{-2p\Delta t} - 200e^{-3p\Delta t} + 75e^{-4p\Delta t} - 12e^{-5p\Delta t}}{60\Delta t}$
6	$\frac{147y_0 - 360y_{-1} + 450y_{-2} - 400y_{-3} + 225y_{-4} - 72y_{-5} + 10y_{-6}}{60\Delta t}$	$\frac{147 - 360e^{-p\Delta t} + 450e^{-2p\Delta t} - 400e^{-3p\Delta t} + 225e^{-4p\Delta t} - 72e^{-5p\Delta t} + 10e^{-6p\Delta t}}{60\Delta t}$

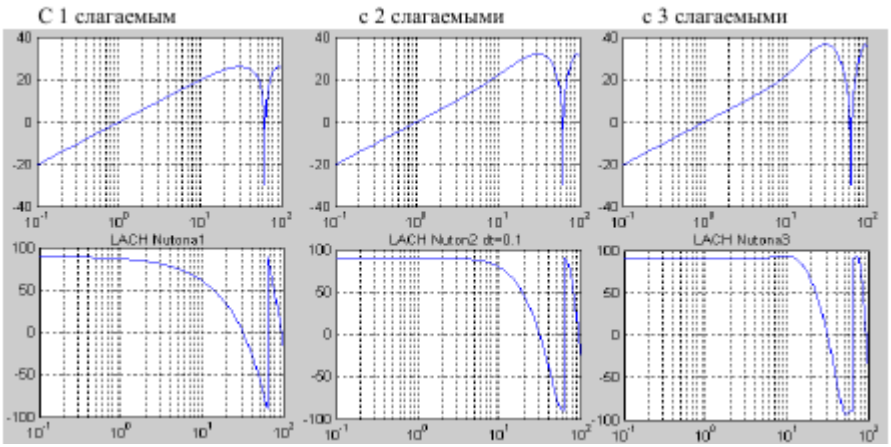


Рисунок 1 - ЛАЧХ и ФЧХ для алгоритма Ньютона с 1-, 2-, 3- слагаемыми

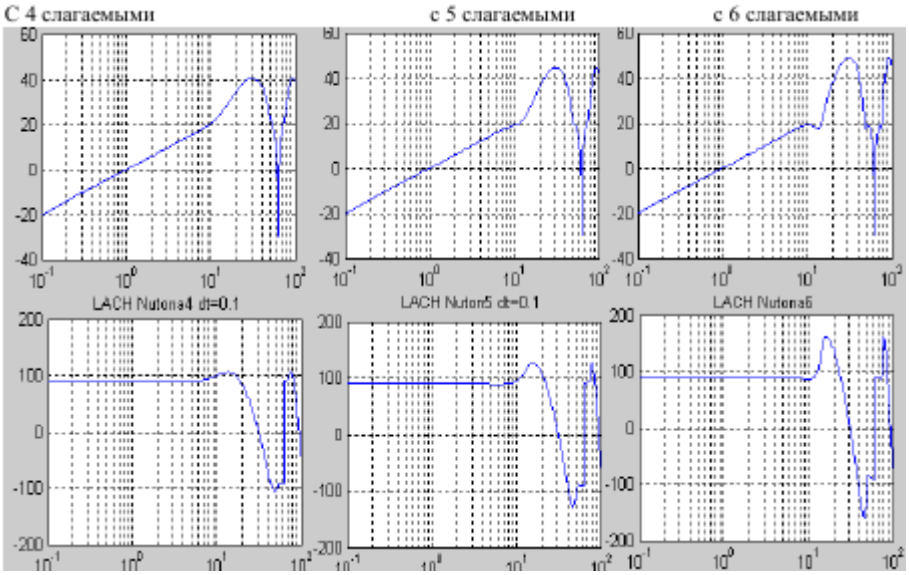


Рисунок 2 - ЛАЧХ и ФЧХ для алгоритма Ньютона с 4-, 5-, 6- слагаемыми

Таким же образом определены частотные характеристики для алгоритмов, основанных на первой производной полинома Ньютона по 3, 4, 5, 6 слагаемым (таблица 2). На рисунках 1 и 2 представлены частотные характеристики алгоритма Ньютона с разным числом слагаемых при Δt = 0.1

Анализ полученных частотных характеристик показывает, что в полосе частот $0 < \omega < 1/\Delta t$ реализуемые логарифмические характеристики достаточно точно повторяют ЛАЧХ и ФЧХ идеального дифференцирующего звена. Эту полосу будем считать полосой пропускания алгоритма. Понятие близости ЛАЧХ и ФЧХ алгоритма к идеальным характеристикам определяется величиной их отклонения от аналогичных характеристик идеального дифференцирующего звена на частоте. Очевидно, что ширина полосы пропускания обратно пропорциональна величине интервала дискретизации по времени (Δt). Величины относительных погрешностей в оценке модуля и фазы алгоритмов по отношению к идеальному дифференцирующему звену представлены в таблицах 3 и 4. На рисунке 3 и 4 показаны зависимости изменения относительной погрешности в оценках модуля и фазы от числа слагаемых в алгоритме численного дифференцирования.

Относительная погрешность по модулю определяется как:

$\delta_{АЧХ}\% = \frac{A_{ид}(1/\Delta t) - A_{Anx}(1/\Delta t)}{A_{ид}(1/\Delta t)} * 100\%$, где $A_{ид}(1/\Delta t)$ – значение, которое принимает АЧХ идеального дифференцирующего звена на частотах $\omega = 1/\Delta t$, $\omega = 0{,}1 * 1/\Delta t$; $A_{Anx}(1/\Delta t)$ - значение АЧХ алгоритма на частотах $\omega = 1/\Delta t$, $\omega = 0{,}1 * 1/\Delta t$.

Рассмотрим АЧХ и ФЧХ для 2 случаев: $1)\omega = 10(1/c), \Delta t = 0{,}1$ и $2)\omega = 1(1/c), \Delta t = 0{,}1$:

$\delta_{ФЧХ}\% = (\varphi_{ид}(1/\Delta t) - \varphi_{алг}(1/\Delta t))/\varphi_{ид}(1/\Delta t) * 100\% = \frac{90^0 - \varphi_{алг}(1/\Delta t)}{90^0}$, где $\varphi_{ид} = 90^0$ – значение ФЧХ идеального дифференцирующего звена на частотах $\omega = 1/\Delta t$, $\omega = 0{,}1 * 1/\Delta t$; $\varphi_{алг}$ - значение ФЧХ алгоритма на частотах $\omega = 1/\Delta t$, $\omega = 0{,}1 * 1/\Delta t$.

Таблица 3 – Определение относительных погрешностей в оценке модуля к идеальному дифференцирующему звену

w=10, dt=0,1			
slag	Аалг	Аид	%
1	6,32	10,00	37
2	8,32	10,00	17
3	9,16	10,00	8
4	9,56	10,00	4
5	9,76	10,00	2
6	9,87	10,00	1

w=1, dt=0,1			
slag	Аалг	Аид	%
1	0,95	1,00	4,84
2	1,00	1,00	0
3	1,000	1,00	0
4	1,000	1,00	0
5	1,00	1,00	0
6	1,00	1,00	0

Таблица 4 – Определение относительных погрешностей в оценке фазы к идеальному дифференцирующему звену

w=10, dt=0,1			
slag	φалг	φид	%
1	61,10	90,00	32
2	79,82	90,00	11
3	93,39	90,00	-4
4	98,97	90,00	-10
5	94,20	90,00	-5
6	89,03	90,00	1

w=1, dt=0,1			
slag	φалг	φид	%
1	86,68	90,00	3,69
2	89,52	90,00	1
3	89,540	90,00	1
4	89,530	90,00	1
5	89,53	90,00	1
6	89,53	90,00	1



Рисунок 3 - Зависимость изменения погрешности в оценках модуля от числа слагаемых численного дифференцирования

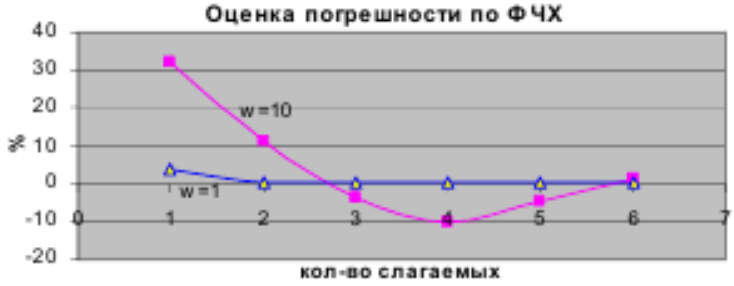


Рисунок 4 - Зависимость изменения погрешности в оценках фазы от числа слагаемых численного дифференцирования

Анализ представленных таблиц и графиков показывает, что простой (на базе одного слагаемого полинома Ньютона) алгоритм дифференцирования с большим шагом Δt дает большие погрешности на границе своей полосы пропускания. Уменьшение Δt приводит к усилению высокочастотных помех. Реализация более сложного алгоритма на базе 2 или 3 слагаемых позволяет уменьшить усиление в области высоких частот за счет увеличения Δt и повысить точность дифференцирования на границе полосы пропускания.

Дальнейшее увеличение числа слагаемых в алгоритме не целесообразно, так как приводит к усложнению алгоритма, но не дает существенного выигрыша в точности воспроизведения частотных свойств алгоритма в рассматриваемой полосе частот.

Таким образом, полосу пропускания алгоритма численного дифференцирования на базе одного слагаемого производной интерполяционного полинома Ньютона следует оценивать по соотношению (4), а на базе 2 или 3 слагаемых – по соотношению (3).

Другим важным положительным свойством дискретного дифференцирования является то, что за пределами полосы пропускания максимальный коэффициент передачи не превышает величины $10 / \Delta t$. Поэтому высокочастотная помеха имеет ограниченное усиление. Кроме того, в окрестности частот $\omega = \frac{2n\pi}{\Delta t}$ коэффициент передачи алгоритма существенно понижается, что также позволяет уменьшить влияния помех.

В связи с этим при реализации алгоритма управления целесообразно взять Δt, по возможности, большим. Для замкнутых систем эта величина должна выбираться относительно частоты среза разомкнутой системы из соотношения: $\omega_{ср} \le 1/10\Delta t$ (в случае дифференцирования с использованием одного слагаемого в полиноме) и увеличить правую часть этого неравенства в случае реализации дифференцирования по 2 или 3 слагаемым в полиноме.

Список использованных источников:

1. Андре Анго. Математика для электро- и радиоинженеров // Пер. с французского под общей редакцией К. С. Шифрина // 2-е издание. −М.: Наука. Гл. физ.-мат. лит., 1967. – 627 с.

2. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. - М.: Наука, 1986. – 487 с.

3. Колосов О. С. Алгоритмы численного дифференцирования в задачах управления / О. С. Колосов, И. Е. Подольская, С. А. Кульмамиров, Фон Чжаньлинь. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. −144 с.

4. Колосов О.С., Кошоева Б. Б. Выбор шага дискретизации в цифровых алгоритмах управления с дифференцированием. // Материалы 6-й научной

конференции «Управление и ИТ» (УИТ-2010). – СПб.: ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2010. − С. 210 – 214.

5. Тихонов А. Н. Регуляризирующие алгоритмы и априорная информация. / А. Н. Тихонов. – М.: Наука, 1983. – 198 с.

Кошоева Б., к.т.н., директор
Независимого института аккредитации,
рейтинга и сертификации
Республики Киргизии (НИАРС), г. Бишкек,
Кульмамиров С. А., к.т.н., академик МАИН,
и. о. доцента учреждения «Esil University», г. Астана

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ УСТОЙЧИВОГО ЧИСЛЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аңдатпа. Бірінші типті Вольтердің интегралдық теңдеуінің сандық шешіміне негізделген туындыны қалпына келтіру әдісі қарастырылған.

Кілт сөздер: сандық дифференциалдау; Бірінші типті Вольтерра интегралдық теңдеуі; квадратура және кері дифференциалдау әдістері.

Аннотация. Рассмотрен метод восстановления производной, построенный на основе численного решения интегрального уравнения Вольтерра I рода.

Ключевые слова: численное дифференцирование; интегральное уравнение Вольтерра I рода; методы квадратур и обратного дифференцирования.

Abstract. A method for recovering a derivative based on the numerical solution of a Volterra integral equation of the first kind is considered.

Keywords: numerical differentiation; Volterra integral equation of the first kind; quadrature and inverse differentiation methods.

Удобным математическим аппаратом моделирования развивающихся динамических систем, элементы которых принадлежат к теории управления, являются интегральные уравнения Вольтерра I рода:

$$\sum_{i=1}^{n} \int_{a_i(t)}^{a_{i-1}(t)} K_i(t,s)x(s)ds = y(t), \quad t \in [0,T] \quad , \qquad (1)$$

где

$a_0(t) \equiv t > a_1(t) > \cdots > a_n(t) \equiv 0, \quad a_i'(t) \geqslant 0, \quad a_1'(0) < 1, \quad a_i(0) = 0 \ \ \forall i \,, \ K_i(t,s)$ – коэффициенты эффективности функционирования элементов $x(s)$ i-ой возрастной группы; G_i ($x(s) \in G_i$, если $t-s \in \left[t-a_{i-1}(t), t-a_i(t)\right)$); $y(t)$ – интегральный показатель уровня развития системы [1 - 2].

В частности, при $a_i(t) = \alpha_i t$, $1 = \alpha_0 > \alpha_1 > \cdots > \alpha_n = 0$, $K_i(t,s) = \beta_i = \text{const}$ уравнение (1) имеет вид:

$$\sum_{i=1}^{n} \beta_i \int_{\alpha_i t}^{\alpha_{i-1} t} x(s)ds = y(t), \quad t \in [0,T] \qquad (2)$$

Метод разделенных разностей, а также эквивалентный ему соответствующий метод квадратур численного решения классического уравнения Вольтерра I рода с единичным ядром порождают самостоятельно регуляризующий алгоритм восстановления производной, в котором роль параметра регуляризации играет шаг сетки, согласованный с уровнем погрешности исходных данных [3].

Аналогичный подход применительно к (2) является предметом исследования в данной статье. Положим в (2) $n = 2$, $\beta_1 = 1$, $\beta_2 = \text{const}$, $\alpha_2 = 0$.

Тогда напишем:

$$\int_0^t x(s)ds + \gamma \int_0^{\alpha t} x(s)ds = y(t), \quad t \in [0,T], \quad \gamma = \beta_2 - 1, \quad \alpha = \alpha_1 \in (0,1) \qquad (3)$$

Если при начальных условиях $\gamma = 0$ ($\alpha = 0$), выражение $y(t) \in C^{(1)}_{[0,T]}$ и $y(0) = 0$ является производным $y'(t)$.

В [4] изложен модифицированный метод левых прямоугольников численного решения (2), имеющий первый порядок сходимости по шагу сетки. Применительно к (3) этот метод сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений:

$$h\sum_{j=0}^{i-1} x_j^h + h\gamma \sum_{j=0}^{[\alpha i]-1} x_j^h + h\gamma(\alpha i - [\alpha i])x_{[\alpha i]}^h = y_i, \quad i = \overline{1,N}, \qquad (4)$$

где $h = \frac{T}{N}$, $y_i = y(ih)$, x^h_i – сеточная аппроксимация $y'(ih)$, $[\cdot]$ – целая часть числа.

Программная реализация выражения (4) описана в [4]. Если вместо $y(t)$ задана функция $\tilde{y}(t)$ такая, что $\max |y(t) - \tilde{y}(t)| \le \delta$, $t \in [0,T]$, то вместо (4) запишем:

$$h\sum_{j=0}^{i-1} \tilde{x}_j^h + h\gamma \sum_{j=0}^{[\alpha i]-1} \tilde{x}_j^h + h\gamma(\alpha i - [\alpha i])\tilde{x}_{[\alpha i]}^h = \tilde{y}_i, \quad i = \overline{1,N}. \qquad (5)$$

Погрешность сеточного решения (5) (обозначим как $\tilde{x}^{h,\alpha,\gamma}$) имеет 3 составляющих. Первую дает погрешность метода квадратур, вторая обусловлена

$\tilde{\varepsilon}^{h,\alpha,\gamma} \triangleq \max_{i=0,[\frac{T}{h}]} \left| y'(ih) - \tilde{x}_i^{h,\alpha,\gamma} \right|$ как введением дополнительного слагаемого в (3). Третья отражает влияние погрешности исходных данных.

Расчеты, проведенные для ряда тестовых примеров по программе [4], позволили проанализировать характер взаимодействия этих составляющих и выработать некоторые рекомендации по применению зависимости (5).

Рассмотрим, например, задачу восстановления производной от функции $y(t) = \frac{t^2}{2}$ на отрезке [0,1]. При фиксированном δ зададим «пилообразное» возмущение: $\tilde{y}_i = \frac{ih^2}{2} + (-1)^i \delta.$

Как известно [3], выбор шага стандартного метода левых прямоугольников ($\gamma = 0$) $h(\delta) \asymp \delta^{1/2}$ обеспечивает оценку $\varepsilon\tilde{}^h = O(\delta^{1/2})$, которую хорошо иллюстрирует значения таблицы 1 (при уменьшении δ в 100 раз оптимальный шаг $h\tilde{}$опт и соответствующая погрешность $\varepsilon\tilde{}$опт уменьшаются в 10 раз).

Оптимизация дополнительных параметров α и γ сохраняет асимптотику $h(\delta)$ и $\varepsilon\tilde{}^{h(\delta)}$ в общем случае неизменной, однако зависимость (5) позволяет, например, при фиксированном δ и $h = \frac{1}{2}$ получить численное решение с любой требуемой точностью за счет «тонкой» настройки α и γ (таблица 2).

Таблица 1 – Результаты выбора шага метода левых прямоугольников

δ	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
$h\tilde{}$опт	0,631944	0,201388	0,0625
$\varepsilon\tilde{}h$,0,0	0,632456	0,2	0,06325

Таблица 2 – Численное решение выражения (5) при настройке α и γ

Γ	α	$\varepsilon\tilde{}1/2,\alpha,\gamma$
60,0	0,51	0,001582
600,0	0,501	0,000166
6000,0	0,5001	0,000017

Такой эффект может быть распространен на большее число узлов сетки за счет выбора в (2) $n > 2$.

Список использованных источников:

1. Апарцин А.С. Применение уравнений Вольтерра I рода для моделирования развивающихся систем // Автоматика и телемеханика. № 6. С. 3-16.

2. Сидлер И.В. Интегральные модели развития систем электроэнергетики с учетом старения оборудования электростанций // Электронное моделирование. 2014. Т. 36. № 4. С. 81-88.

3. Апарцин А.С., Сидлер И.В. Численное решение уравнений Вольтерра I рода в интегральных моделях развивающихся систем // Сборник трудов Международного симпозиума «Обобщенные постановки и решения задач управления». М.: АНО «Издательство физико-математической литературы», 2014. С. 21-25.

4. Сидлер И. В. Программное средство для численного решения уравнений Вольтерра I рода модифицированным методом левых прямоугольников // А.с. № 2015612206, 2015.

Кошоева Б., к.т.н., директор
Независимого института аккредитации, рейтинга
и сертификации Республики Киргизии (НИАРС), г. Бишкек,
Кульмамиров С. А., к.т.н., академик МАИН, и. о. доцента учреждения
«Esil University», г. Астана

ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБРАТНОЙ ПРОИЗВОДНОЙ ФУНКЦИИ

Аңдатпа: Айырмашылық қатынасын қолданбайтын дәл анықталмаған функцияны сандық дифференциалдау алгоритмі сипатталған.

Кілт сөздер: сандық дифференциалдау, динамикалық регуляризация алгоритмі, модельді басқару.

Аннотация. Описан алгоритм численного дифференцирования неточно заданной функции, не использующий разностное отношение.

Ключевые слова: численное дифференцирование, динамический регуляризирующий алгоритм, управление моделью.

Abstract: An algorithm for numerical differentiation of an imprecisely defined function is described that does not use a difference ratio.

Keywords: numerical differentiation, dynamic regularization algorithm, model control.

В статье рассматривается задача численного дифференцирования:

$$\begin{cases} x'(t) = v(t) \\ x(0) = 0 \end{cases}, \quad t \in [0,T], \quad v(0) = 0,$$

где неизвестное $v(.)$ в общем случае является ограниченной кусочно-непрерывной слева функцией. Вместо функции $x(.)$ доступна $\xi(.)$, для которой при $t \in [t_i, t_{i+1})$, где $0 = t_0 < t_1 < \ldots < t_n = T$; $t_{i+1} - t_i = \Delta$ и $|\xi(t_i) - x(t_i)| \le h > 0$.

Естественно предполагать, что к моменту времени t известны $\xi(t_i)$ для $t_i < t$. Решение этой некорректной проблемы в постановке [4] использует ап-

проксимацию и сводится к экстремальной задаче в соответствующем пространстве. Негативным моментом такого подхода является рост размерности при уменьшении h (так называемое проклятие размерности).

Этого недостатка лишены методы, сочетающие элементы теорий некорректных задач и позиционных дифференциальных игр, впервые предложенные в [2]. Будем использовать известную для позиционных дифференциальных игр систему-модель: $\begin{cases} w'(t) = u(t) \\ w(0) = 0 \end{cases}, \quad t \in [0, T].$

Движение $w(t)$ будем удерживать вблизи $x(t)$ за счет выбора $u(t) = u(t_i)$ при $t \in [t_i, t_{i+1}),\ i = \overline{0, n-1}$. Построенное $u(t)$ будет являться искомым приближением для $v(t)$.

Пусть $\alpha > 0$. Введем согласование параметров h, α и Δ: пусть $\alpha(h) \to 0$, $\frac{h}{\alpha(h)} \to 0$ при $h \to 0$, $\Delta = h$.

Представим схему следующего алгоритма:

На промежутке $[t, t_1)$ полагаем $u(t) = 0$, далее $w(t_{i+1}) = w(t_i) + u(t_i)\Delta$ для $i = \overline{0, n-2}$;

$$u(t_{i+1}) = \frac{2}{\pi\alpha}(\xi(t_i) - w(t_i) + D_1(t_i) + D_2(t_i) + D_3(t_i)),$$

где

$$D_1(t_i) = \frac{2}{\pi\alpha}\int_0^{t_i} \xi(s)\left(1 + \left(\frac{t_i - s}{\alpha}\right)^2\right)^{-1} ds;$$

$$D_2(t_i) = -\frac{4}{\pi\alpha}\int_0^{t_i} \xi(s)\left(1 + \left(\frac{t_i - s}{\alpha}\right)^2\right)^{-1}\left(\frac{t_i - s}{\alpha}\right)\operatorname{arcctg}\left(\frac{t_i - s}{\alpha}\right) ds;$$

$$D_3(t_i) = -\frac{4}{\pi\alpha}\int_0^{t_i} \left(\xi(s)\left(1 + \left(\frac{t_i - s}{\alpha}\right)^2\right)^{-1}\left(\frac{t_i - s}{\alpha}\right)\left(\frac{\pi}{2}\left(1 + \left(\frac{t_i - s}{\alpha}\right)^2\right)^{-1} - \operatorname{arcctg}\left(\frac{t_i - s}{\alpha}\right)\right)\right) ds.$$

Подчеркнем, что к моменту t_{i+1} имеется вся необходимая информация для вычисления $u(t_{i+1})$. Следовательно, при достаточном быстродействии вычислительного устройства нахождение производной может быть реализовано динамически (в темпе реального времени).

Таким образом, алгоритм описан конструктивно.

Пусть

$$\begin{cases} \overline{w'}(t) = \overline{u}(t) \\ \overline{w}(0) = 0 \\ \overline{u}(0) = 0 \end{cases}, \quad t \in [0, T]$$

$$\overline{u}(t) = \frac{2}{\pi\alpha}(x(t) - \overline{w}(t) + \overline{D_1}(t) + \overline{D_2}(t) + \overline{D_3}(t)), \qquad (1)$$

где $\overline{D_i}(t)(i=1,2,3)$ вычисляются аналогично $D_i(t)$ заменой $\xi(s)$ на $x(s)$.

Несложно убедиться, что при $h \to 0$ почти всюду будетьт $u(t)-\bar{u}(t) \to 0$.

Рассмотрим сходимоть приближения *u(t)* к *v(t)* при $h \to 0$. Теперь покажем, что $\bar{u}(t)-v(t) \to 0$ при $h \to 0$ будет иметь вид:

$$\overline{D_1}(t)+\overline{D_2}(t)+\overline{D_3}(t)=\frac{2}{\pi}\int_0^t\left(x(s)\left(1+\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)^2\right)^{-1}-\right.$$

$$\left.-\frac{2}{\alpha^2}\int_0^s x(l)\left(1+\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)^2\right)^{-2}(-l)\,dl\right)\left(\frac{1}{\alpha}-\frac{2}{\alpha}\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)\operatorname{arcctg}\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)\right)ds.$$

Применим к интегралу $\frac{2}{\alpha^2}\int_0^s x(l)\left(1+\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)^2\right)^{-2}(-l)\,dl$ метод интегрирования по частям:

$$\overline{D_1}(t)+\overline{D_2}(t)+\overline{D_3}(t)=\frac{2}{\pi}\int_0^t\int_0^s v(l)\left(1+\left(\frac{t-l}{\alpha}\right)^2\right)^{-1}dl\times$$

$$\times\left(\frac{1}{\alpha}-\frac{2}{\alpha}\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)\operatorname{arcctg}\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)\right)ds.$$

К полученному интегралу снова применим интегрирование по частям:

$$\overline{D_1}(t)+\overline{D_2}(t)+\overline{D_3}(t)=-\alpha\int_0^t\operatorname{arcctg}\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)\left(1+\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)^2\right)\frac{2}{\pi\alpha}\times$$

$$\times\left(1+\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)^2\right)^{-1}v(s)ds+\alpha\bar{u}(t)\frac{\pi}{2}=\frac{\alpha\pi}{2}\bar{u}(t)-\frac{2}{\pi}\int_0^t\operatorname{arcctg}\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)v(s)ds=$$

$$=\frac{\alpha\pi}{2}\bar{u}(t)-\frac{2}{\pi}\int_0^t\left(\operatorname{arcctg}\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)-\frac{\pi}{2}\right)v(s)ds-\int_0^t v(s)ds=$$

$$=\frac{\alpha\pi}{2}\bar{u}(t)+\frac{2}{\pi}\int_0^t\operatorname{arctg}\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)v(s)ds-x(t).$$

Подставим найденную сумму в уравнение (1) и получим:

$$\bar{u}(t)=\frac{2}{\alpha\pi}\left(x(t)-\bar{w}(t)+\frac{2}{\pi}\int_0^t \operatorname{arctg}\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)v(s)ds-x(t)+\frac{\alpha\pi}{2}\bar{u}(t)\right),$$

Тогда получим выражение вида:

$$\bar{w}(t)=\frac{2}{\pi}\int_0^t \operatorname{arctg}\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)v(s)ds.$$

Заметим, что $\operatorname{arctg}\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)=\frac{1}{\alpha}\int_s^t\left(1+\left(\frac{l-s}{\alpha}\right)^2\right)^{-1}dl$.

Следовательно $\bar{w}(t)=\frac{2}{\pi\alpha}\int_0^t\int_s^t\left(1+\left(\frac{l-s}{\alpha}\right)^2\right)^{-1}v(s)dlds.$

Изменив порядок интегрирования, будем иметь

$$\bar{w}(t)=\frac{2}{\pi\alpha}\int_0^t\int_0^l\left(1+\left(\frac{l-s}{\alpha}\right)^2\right)^{-1}v(s)dsdl.$$

Продифференцируем последнее равенство и получим:

$$\bar{u}(t)=\frac{2}{\pi\alpha}\int_0^t\left(1+\left(\frac{t-s}{\alpha}\right)^2\right)^{-1}v(s)ds. \qquad (2)$$

Отметим, что указанный сингулярный интеграл отличается от общеупотребительных тем, что является не упреждающим (значит не использует информацию после момента времени t).

Ядро интеграла (2) обладает свойствами, рассмотренными в [3]. Поэтому имеет место следующая теорема для $t[0,T]$, при котором функция $v(t)$ непрерывна слева: $\lim_{h\to 0}\bar{u}(t)=v(t)$. Тогда напишем: $\lim_{h\to\infty}u(t)=v(t)$. $\alpha(h)$ рекомендуется выбирать как $h^{3/4}$. Доказательство теоремы совпадает с доказательством, приведенным в [3].

Список использованных источников:

1. Красовский Н. Н. Управление динамической системой. Задача о минимуме гарантированного результата. – М.: Наука, 1985. – 518 с.

2. Кряжимский А. В. О моделировании управления в динамической системе. / А. В. Кряжимский, Ю. С.Осипов // Техн. кибернетика – 1983. – № 2. – С. 51– 60. – Извести АН СССР.

3. Натансон И. П. Теория функций вещественной переменной. / И. П. Натансон. – М.: Наука, 1974. – 340 с.

4. Тихонов А. Н. Регуляризирующие алгоритмы и априорная информация. / А. Н. Тихонов. – М.: Наука, 1983. – 198 с.

Прокофьев Д.В, Моисеев В.Е, Козяков В.Д,
Студенты 1 курса специальности «Вычислительная техника и программное обеспечение»
Научный руководитель: **Кенебаева Д.Б.**, старший преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана

СТАК КИРПИЧЕЙ: РАЗРАБОТКА ВЕБ-МАРКЕТПЛЕЙСА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И УСЛУГ НА ОСНОВЕ NODE.JS И REACT

Аңдатпа. Мақалада «Stak Brickey» - құрылыс материалдары мен қызметтері нарығына арналған веб-қосымшаларды әзірлеу қарастырылады. Ол тиімді жүйе архитектурасын, болжамды технологиялар стегін, негізгі байланыс мүмкіндіктерін және WebSockets көмегімен бастапқы кезеңде сөйлесу мүмкіндігін енгізу ерекшеліктерін қамтиды. Қолданба Node.js, Express, PostgreSQL, React және JWT аутентификациясы арқылы жасалған.

Аннотация. В статье рассматривается разработка веб-приложения «Стак кирпичей» - маркетплейса строительных материалов и услуг. Описываются архитектура системы, используемый технологический стек, ключевые функциональные возможности, а также особенности реализации чата в реальном времени с использованием WebSocket. Приложение реализовано с применением Node.js, Express, PostgreSQL, React и JWT-аутентификации.

Abstract. The article covers web application development for "Stak Brickey"- a marketplace for construction materials and services. It covers an efficient system architecture, a predictive technology stack, key communication capabilities, and the specifics of implementing a chat feature at the initial stage using WebSockets. The application was developed using Node.js, Express, PostgreSQL, React, and JWT authentication.

Целью статьи является разработка веб-приложения удобной и масштабируемой платформы для купли-продажи строительных материалов и услуг.

В рамках данной работы разработан веб-маркетплейс «Стак кирпичей», позволяющий пользователям размещать объявления, искать товары и услуги, взаимодействовать друг с другом и получать персонализированные рекомендации. Современный рынок строительных материалов и услуг требует удобных цифровых решений для взаимодействия между продавцами и покупате-

лями. Существующие платформы не всегда учитывают специфику строительной отрасли: необходимость фильтрации по материалам, регионам, характеристикам, а также коммуникации между пользователями.

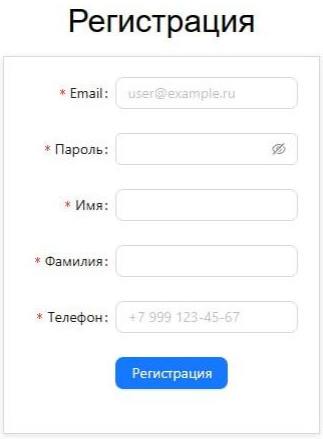


Рисунок 1. Вход в веб-приложение

Основной функционал системы включает регистрацию и аутентификацию пользователей, создание, редактирование и удаление объявлений, просмотр каталога объявлений с фильтрацией и поиском, детальную страницу объявления с изображениями, добавление объявлений в избранное, хранение истории просмотров, систему рекомендаций на основе пользовательской активности, чат между пользователями в реальном времени (WebSocket).

Приложение построено по трёхзвенной архитектуре, включающей клиентскую часть, сервер и базу данных. Серверная часть реализована на Node.js с использованием Express и разделена на модули: аутентификация, работа с целями и логика серий. Для взаимодействия с базой данных PostgreSQL используется пул соединений, что позволяет эффективно обрабатывать параллельные запросы. Клиентская часть разработана на чистом HTML, CSS и JavaScript без использования фреймворков, что уменьшает зависимость от сторонних библиотек и ускоряет загрузку. Взаимодействие с сервером осуществляется через Fetch API, а обновление интерфейса происходит без полной перезагрузки страницы. Для оптимизации анимаций применяется requestAnimationFrame.

База данных реализована на PostgreSQL и состоит из таблиц пользователей и целей. Таблица пользователей хранит основные учётные данные, а таблица целей содержит информацию о задачах, включая описание, частоту выполнения, текущую серию и дату последнего выполнения. Связь между таблицами реализована через внешний ключ с каскадным удалением, что обеспечивает целостность данных.

Аутентификация реализована с использованием JSON Web Tokens. После входа пользователю выдаётся токен, который хранится в httpOnly-cookie,

что повышает безопасность и защищает от XSS-атак. Дополнительно применяются параметры secure и sameSite. Пароли пользователей хешируются с помощью bcrypt, что исключает их хранение в открытом виде. Для защиты маршрутов используется middleware, проверяющий валидность токена.

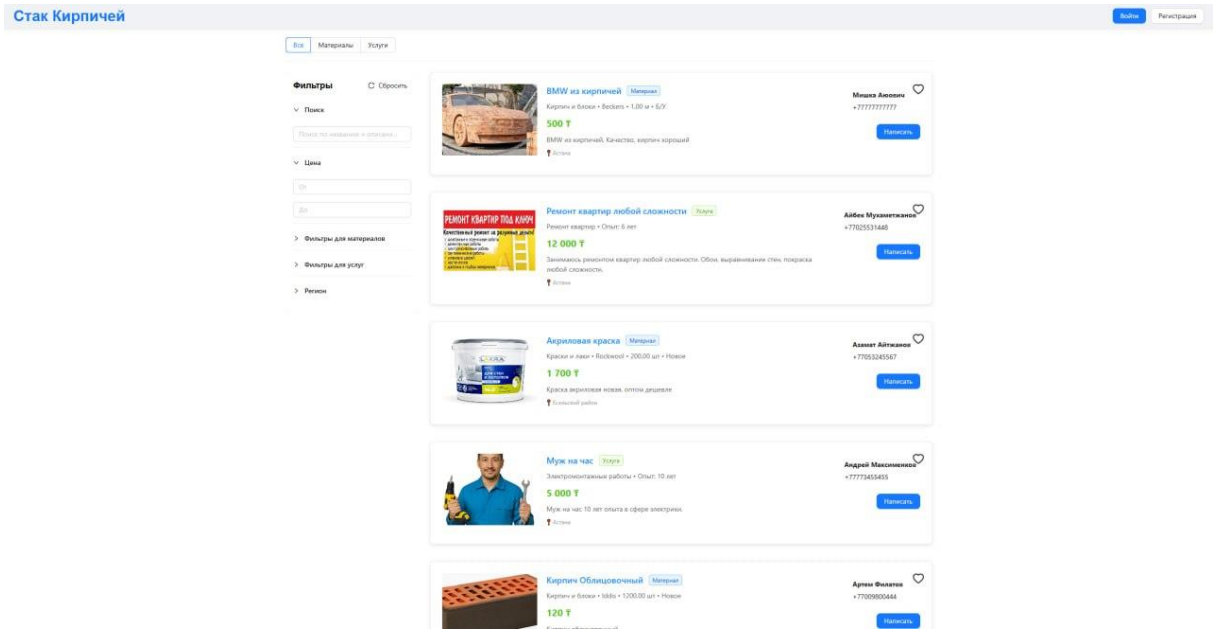


Рисунок 2. Главная страница сайта

Система серий является ключевой частью приложения и реализована на сервере. Серия увеличивается при ежедневном выполнении цели и сбрасывается при пропуске дня. Повторное нажатие позволяет отменить выполнение. Автоматический сброс реализован без фоновых задач - проверка выполняется при обращении к данным. Все операции с датами выполняются в формате UTC, что исключает ошибки, связанные с различиями часовых поясов.

В процессе разработки решены проблемы с часовыми поясами, миграциями базы данных и производительностью интерфейса. Приложение развёртывается на платформе Render с использованием переменных окружения. В результате работы был разработан полнофункциональный маркетплейс «Стак кирпичей», обеспечивающий удобное взаимодействие пользователей в сфере строительных материалов и услуг.

Список использованных источников

1. Brown E. Node.js Web Development. - Packt Publishing, 2020. - 740 p.

2. Banks A., Porcello E. Learning React: Modern Patterns for Developing React Apps. - O’Reilly Media, 2020. - 350 p.

3. Mozilla Developer Network. WebSocket API Documentation. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://developer.mozilla.org/ (дата обращения: 01.03.2026).
4. OWASP Foundation. OWASP Top Ten 2021. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://owasp.org/Top10 (дата обращения: 01.03.2026).
5. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL 15 Documentation. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.postgresql.org/docs/15/ (дата обращения: 01.03.2026).

Ерболқызы М., студентка 2 курса специальности ИС,
Научный руководитель: **Акмолдина А. И**., старший преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана

ГИБРИДНЫЕ МЕТОДЫ ВЕКТОРНОГО ПОИСКА В RAG-СИСТЕМАХ ДЛЯ КАЗАХСКОЯЗЫЧНЫХ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ ДОКУМЕНТОВ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Аңдатпа. Зерттеуде Қазақстан Республикасының Азаматтық кодексі мысалында қазақ тіліндегі құқықтық мәтіндерге арналған RAG жүйелерінде векторлық іздеудің үш конфигурациясы (BM25, лемматизацияланған BM25, multilingual-e5-base) морфологиялық тұрақтылық, ресурс шығыны және есептеу құны бойынша салыстырылған. Авторлық MRS метрикасы ұсынылған. Лемматизацияланған BM25 ең жоғары морфологиялық тұрақтылық көрсетті (MRS = 1,00), ал multilingual-e5-base MRS = 0,98, nDCG@10 = 0,50 нәтижелерімен теңгерімді баламаны ұсынды.

Аннотация. В работе сравниваются три конфигурации векторного поиска (BM25, лемматизированный BM25, multilingual-e5-base) в составе RAG-систем для казахскоязычных нормативно-правовых документов на материале Гражданского кодекса РК. Для оценки устойчивости поиска к морфологическим вариациям введена метрика MRS. Лемматизированный BM25 показал наивысшую морфологическую устойчивость (MRS = 1,00), multilingual-e5-base обеспечил альтернативу (MRS = 0,98, nDCG@10 = 0,50).

Abstract. This study compares three vector retrieval configurations (BM25, lemmatized BM25, multilingual-e5-base) within RAG systems for Kazakh-language legal documents using the Civil Code of the Republic of Kazakhstan. To quantify retrieval robustness against morphological variation of legal terms, we introduce the Morphological Robustness Score (MRS). Lemmatized BM25 achieved the highest morphological robustness (MRS = 1.00), while multilingual-e5-base provided a balanced alternative (MRS = 0.98, nDCG@10 = 0.50).

Түйін сөздер: ақпараттық іздеу, RAG, BM25, тығыздық векторлары, қазақ тілі, құқықтық NLP.

Ключевые слова: информационный поиск, RAG, BM25, плотные векторы, казахский язык, юридический NLP.

Keywords: information retrieval, RAG, BM25, dense embeddings, Kazakh language, legal NLP.

Применение больших языковых моделей в юридической сфере требует точности, проверяемости и привязки к источникам - задач, для которых стандартом стала архитектура поисково-дополненной генерации (RAG) [1]. Для казахского языка эти задачи осложнены сочетанием низкоресурсности, агглютинативной морфологии и ограниченного покрытия мультиязычных моделей [2, 3]. Юридический домен - нормативно-правовые акты Республики Казахстан - представляет первоочередной интерес из-за объёма публичного корпуса и общественной значимости автоматизированного доступа [4].

Для английского языка эффективность гибридного поиска, объединяющего разрежённый BM25 [5] и плотные нейронные представления [6, 7], продемонстрирована на наборах BEIR и MIRACL [8, 9]. Систематически изучены функции слияния оценок [10] и трансфер мультиязычных моделей [11, 12]. Для морфологически сложных и низкоресурсных языков перенос этих результатов остаётся открытым вопросом [13].

В контексте казахского языка существуют первые работы по RAG для вопрос-ответных систем [14] и оценке юридического QA с применением BM25 и LLM [15], однако сравнительный анализ конфигураций retrieval на казахскоязычном юридическом корпусе с количественной оценкой устойчивости к морфологическим вариациям не проводился.

В настоящей работе мы (1) предлагаем метрику Morphological Robustness Score (MRS), определяемую как отношение nDCG@10 на возмущённом и оригинальном тест-сетах; (2) сравниваем три конфигурации поиска (BM25, BM25 с лемматизацией, multilingual-e5-base) на корпусе ГК РК; (3) описываем pipeline сбора и оценки.

Корпус. В качестве материала использована Общая часть ГК РК на казахском языке с портала Adilet [4]. Документ (423 статьи) разбит на чанки длиной ≤ 1500 символов с перекрытием 200 символов (545 единиц индексации). Извлечение выполнено собственным парсером с регулярным шаблоном заголовков статей.

Запросы. Тестовый набор (n = 20): 10 адаптированы из открытых юридических консультаций zakon.kz и egov.kz, 10 - оригинальные формулировки, составленные до ознакомления с содержанием чанков.

Конфигурации. Сравниваются три конфигурации без дообучения. **C1 - BM25:** классический BM25 [5] ($k_1 = 1{,}5$, $b = 0{,}75$). **C2 - BM25 + лемматизация:** те же параметры; токены проходят снятие падежных суффиксов с учётом сингармонизма (6 падежей × 8 фонемных классов) [16, 13]. **C3 - multilingual-e5-base [12]:** плотный bi-encoder (768-dim) на CPU.

Метрики. nDCG@10, Recall@100 и авторская метрика MRS = mean(nDCG@10 возмущённых) / mean(nDCG@10 оригинальных). CI - bootstrap (1000, seed = 42); значимость - paired bootstrap test.

Возмущение. Для 1–2 терминов в запросе падежный суффикс заменяется на альтернативный с учётом сингармонизма. Нейтральность верифицирована на 5 запросах (80%).

Разметка. Автор работы, шкала 0–2 (нерелевантно / частично / релевантно). Пул: top-15 от C1 ∪ top-15 от C3 (510 пар). Платформа: Intel i9-9880H, 64 ГБ RAM.

Таблица 1. Метрики поиска (20 запросов, 545 чанков ГК РК)

Конф.	nDCG@10	Recall@100	MRS	Индекс, МБ	Индекс, с	мс/запрос
C1	0,5478	0,8787	0,7035	0,85	0,05	0,5
C2	0,4810	0,9048	1,0000	0,75	0,22	0,7
C3	0,5036	0,8499	0,9793	1,61	128,2	1,2

BM25 без нормализации (C1) показал наивысший nDCG@10 (0,55), но наименьшую морфологическую устойчивость: MRS = 0,70, то есть возмущение падежных суффиксов снижает качество поиска на 30%. Лемматизация (C2) полностью устранила это снижение (MRS = 1,00): лемматизатор снимает те же суффиксы, которые добавляет возмущение, и оригинальный и возмущённый запросы становятся идентичными. Однако лемматизация значимо снизила nDCG@10 на 0,07 п.п. ($p = 0,005$), одновременно значимо повысив Recall@100 на 0,03 п.п. ($p = 0,016$).

Модель multilingual-e5-base (C3) достигла MRS = 0,98, что свидетельствует о высокой устойчивости subword-токенизации к морфологическим вариациям без явной нормализации. Различия между C3 и C1 по nDCG@10 и Recall@100 статистически не значимы ($p > 0,25$).

Результаты выявили чёткий trade-off между точностью и морфологической устойчивостью для разрежённого поиска на казахском языке. Наивная лемматизация полностью поглощает морфологические вариации, но «размывает» лексическое различие между падежными формами, которое в ряде случаев содержит полезный сигнал. Это первый эмпирический результат для казахского, согласующийся с наблюдениями для турецкого [13].

Модель multilingual-e5-base обеспечивает почти идеальный MRS (0,98) при сопоставимом nDCG@10 за счёт subword-токенизации, однако требует в 1,9 раза больше дискового пространства и в 2500 раз больше времени на индексацию. Для юридических сервисов с ограниченными ресурсами C2 остаётся практичным компромиссом.

Ограничения. (1) Один аннотатор, один раунд без проверки согласия. (2) 20 запросов - узкая статистическая база. (3) Один документ одного жанра. (4) Пул из кандидатов C1 и C3; Recall@100 для C2 может быть занижен. (5) Эвристическая лемматизация не покрывает притяжательные суффиксы [17]. (6) Планируется расширение на BGE-M3 [7], RRF-гибрид и синтетические данные [18].

Список использованных источников:

1. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks / P. Lewis, E. Perez, A. Piktus [et al.] // Advances in Neural Information Processing Systems. - 2020. - Vol. 33. - P. 9459–9474.

2. Maxutov, A. Do LLMs Speak Kazakh? A Pilot Evaluation of Seven Models / A. Maxutov, A. Myrzakhmet, P. Braslavski // Proceedings of SIGTURK. - 2024. - P. 81–91. - DOI: 10.18653/v1/2024.sigturk-1.8.

3. Veitsman, Y. Recent Advancements and Challenges of Turkic Central Asian Language Processing / Y. Veitsman, M. Hartmann // Proceedings of LoResLM. - 2025. - P. 309–324.

4. Collection and Preprocessing of Data for LLM in the Kazakh Language in the Field of Legislation / D. Rakhimova, V. Karyukin, D. Amirova [et al.] // MSBC 2024, CCIS, vol. 2211. - Springer, 2024. - P. 129–139. - DOI: 10.1007/978-3-031-72260-8_11.

5. Robertson, S. The Probabilistic Relevance Framework: BM25 and Beyond / S. Robertson, H. Zaragoza // Foundations and Trends in Information Retrieval. - 2009. - Vol. 3, No. 4. - P. 333–389. - DOI: 10.1561/1500000019.

6. Dense Passage Retrieval for Open-Domain Question Answering / V. Karpukhin, B. Oguz, S. Min [et al.] // Proceedings of EMNLP. - 2020. - P. 6769–6781. - DOI: 10.18653/v1/2020.emnlp-main.550.

7. M3-Embedding: Multi-Linguality, Multi-Functionality, Multi-Granularity Text Embeddings / J. Chen, S. Xiao, P. Zhang [et al.] // Findings of ACL. - 2024. - P. 2318–2335. - DOI: 10.18653/v1/2024.findings-acl.137.

8. BEIR: A Heterogeneous Benchmark for Zero-shot Evaluation of Information Retrieval Models / N. Thakur, N. Reimers, A. Rücklé [et al.] // NeurIPS Datasets and Benchmarks. - 2021.

9. MIRACL: A Multilingual Retrieval Dataset Covering 18 Diverse Languages / X. Zhang, N. Thakur, O. Ogundepo [et al.] // TACL. - 2023. - Vol. 11. - P. 1114–1131. - DOI: 10.1162/tacl_a_00595.

10. Bruch, S. An Analysis of Fusion Functions for Hybrid Retrieval / S. Bruch, S. Gai, A. Ingber // ACM TOIS. - 2024. - Vol. 42, No. 1. - P. 1–35. - DOI: 10.1145/3596512.

11. Unsupervised Cross-lingual Representation Learning at Scale / A. Conneau, K. Khandelwal, N. Goyal [et al.] // Proceedings of ACL. - 2020. - P. 8440–8451. - DOI: 10.18653/v1/2020.acl-main.747.

12. Multilingual E5 Text Embeddings: A Technical Report [Электронный ресурс] / L. Wang, N. Yang, X. Huang [et al.]. - 2024. - URL: https://arxiv.org/abs/2402.05672 (дата обращения: 11.04.2026).

13. Impact of Tokenization on Language Models: An Analysis for Turkish / C. Toraman, E. H. Yilmaz, F. Şahinuç [et al.] // ACM TALLIP. - 2023. - Vol. 22, No. 4. - DOI: 10.1145/3578707.

14. A Systematic Evaluation of LLMs and RAG for the Task of Kazakh Question Answering / A. Mansurova, A. Tleubayeva, A. Nugumanova [et al.] // Information. - 2025. - Vol. 16, No. 11. - DOI: 10.3390/info16110943.

15. Legal AI in Low-Resource Languages: Building and Evaluating QA Systems for the Kazakh Legislation / D. Rakhimova, A. Turarbek, V. Karyukin [et al.] // Computers. - 2025. - Vol. 14, No. 9. - DOI: 10.3390/computers14090354.

16. Development of the Information System for the Kazakh Language Preprocessing / D. Akhmed-Zaki, M. Mansurova, G. Madiyeva [et al.] // Cogent Engineering. - 2021. - Vol. 8, No. 1. - DOI: 10.1080/23311916.2021.1896418.

17. Washington, J. N. Finite-state Morphological Transducers for Three Kypchak Languages / J. N. Washington, I. Salimzyanov, F. M. Tyers // Proceedings of LREC. - 2014. - P. 3378–3385.

18. Leveraging LLMs for Synthesizing Training Data in Multilingual Dense Retrieval / N. Thakur, J. Ni, G. Hernandez Abrego [et al.] // Proceedings of NAACL. - 2024. - P. 7699–7724. - DOI: 10.18653/v1/2024.naacl-long.426.

Орунбасар Е. Х., Шунков Э. М,
студенты 1 курса специальности ВТПО,
Научный руководитель: **Кенебаева Д.Б.**, магистр,
Учреждение «Esil University», г. Астана

LEARNMATE: ВЕБ-ПЛАТФОРМА ДЛЯ БРОНИРОВАНИЯ ЗАНЯТИЙ С РЕПЕТИТОРАМИ

Аңдатпа. Бұл мақалада LearnMate - репетиторлармен сабақ брондауды автоматтандыруға арналған толыққанды веб-қосымшасын әзірлеу сипатталады. Жоба Node.js және MongoDB стегін қолдана отырып жүзеге асырылған, клиенттік және серверлік бөліктерді, рөлдік қатынас моделі бар аутентификация жүйесін және әкімшілік басқару панелін қамтиды.

Аннотация. В статье описывается разработка LearnMate - полнофункционального веб-приложения для автоматизации процесса бронирования занятий с репетиторами. Проект реализован с использованием стека Node.js и MongoDB, охватывает клиентскую и серверную части, систему аутентификации с ролевой моделью доступа, а также административную панель управления. Рассматриваются архитектурные решения, технологический стек, ход разработки и достигнутые результаты.

Abstract. This article describes the development of LearnMate - a full-featured web application for automating the process of booking tutoring sessions. The project is implemented using the Node.js and MongoDB stack, covering client and server parts, an authentication system with role-based access control, and an administrative management panel. Architectural decisions, the technology stack, development process, and achieved results are discussed.

Поиск репетитора и согласование занятий часто происходят через мессенджеры и звонки, что приводит к отсутствию единой системы, сложностям контроля и риску потери данных.

LearnMate - веб-платформа для решения этих проблем: студентам предоставляет расписание и личный кабинет, администраторам - инструменты управления пользователями, преподавателями и записями.

Цель иисследования - описание разработки и реализации системы. В ходе анализа предметной области были выявлены следующие ключевые проблемы:

- отсутствие цифровой среды для записи на занятия с репетиторами;
- ручное согласование расписания, подверженное ошибкам и задержкам;
- трудности администратора при отслеживании актуальных записей и управлении базой пользователей.

На основании этого была сформулирована задача: разработать полнофункциональное веб-приложение, обеспечивающее онлайн-бронирование занятий, ролевое разграничение доступа и административное управление платформой. Выбор технологий обусловлен задачами проекта и принципом минимальной зависимости от внешних фреймворков на клиентской стороне.

Стек LearnMate включает следующие компоненты:

- Frontend: HTML, CSS и JavaScript без использования клиентских фреймворков. Взаимодействие с сервером осуществляется через Fetch API;
- Runtime: Node.js - серверная среда выполнения JavaScript, обеспечивающая неблокирующую обработку запросов;
- Framework: Express.js - минималистичный веб-фреймворк для построения HTTP-сервера и маршрутизации API;
- Backend: MongoDB - документоориентированная SQL СУБД, развёрнутая в облаке через MongoDB Atlas.

Архитектура приложения:

- LearnMate построен по клиент-серверной архитектуре с использованием MVC;
- Client - браузер отображает страницы (Landing, Booking, Schedule, Admin). Обмен с сервером - через Fetch API (REST), без серверного рендеринга;
- Server - Express.js обрабатывает запросы через Router и Controller, применяя middleware для аутентификации и ролей эндпоинты: /users, /bookings, /admin;
- Data - MongoDB Atlas хранит данные (User, Booking, Teacher) через Mongoose. Используются CRUD-операции и валидация схем;
- Функциональность - 3 роли: гость, студент, администратор;
- Студент - бронирование, расписание, профиль;
- Администратор - управление пользователями и данными;
- Аутентификация - хеширование паролей (bcrypt), проверка при входе, middleware для защиты маршрутов и проверки ролей.

Процесс разработки Разработка LearnMate проходила в пять последовательных этапов:

Этап 1 - Проектирование. Определение ролей пользователей, создание wireframes, проектирование структуры базы данных MongoDB и планирование API-эндпоинтов.

Этап 2 - Бэкенд и БД. Настройка сервера Node.js + Express, описание Mongoose-схем, реализация REST API, подключение MongoDB Atlas.

Этап 3 - Аутентификация. Интеграция bcrypt для хеширования паролей, реализация системы сессий и middleware-защиты маршрутов с ролевым доступом.

Этап 4 - Фронтенд. Разработка HTML/CSS/JS-страниц приложения, реализация взаимодействия с API через Fetch и клиентской валидации форм.

Приложение включает шесть основных страниц:

– Landing Page - главная страница с описанием платформы, информацией о репетиторах и призывом к регистрации.

– Sign Up / Sign In - страницы регистрации и авторизации с валидацией форм на клиентской стороне.

– Tutors Page - каталог репетиторов для выбора специалиста и перехода к бронированию.

– Schedules - личный кабинет студента с расписанием запланированных занятий.

– Admin Panel - административная панель для управления записями, пользователями и преподавателями.

– Tutor Management - страница добавления, редактирования и удаления профилей преподавателей.

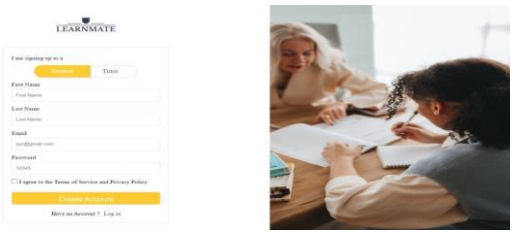


Рисунок.1 Sign up

В ходе реализации проекта было создано полнофункциональное fullstack веб-приложение, включающее клиентскую часть, серверный API и облачную базу данных. Реализованы 3 уровня доступа (гость, студент, администратор), система аутентификации на основе bcrypt и сессий, а также набор страниц для всех ключевых сценариев использования.

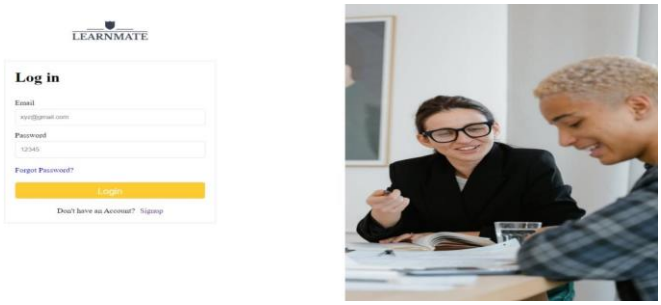


Рисунок.2 Sign in

В процессе разработки были получены практические навыки в следующих областях:

- проектирование схем базы данных с использованием Mongoose;
- построение RESTful API с маршрутизацией на Express.js;
- реализация системы аутентификации и ролевой модели доступа;
- развёртывание веб-приложения на облачной платформе Netlify.

LearnMate демонстрирует практическое применение современного JavaScript-стека для решения реальной прикладной задачи и служит основой для дальнейшего развития в направлении интеграции уведомлений, онлайн-оплаты и расширенной аналитики.

Список использованных источников:

1. Flanagan, D. JavaScript: The Definitive Guide, 7th ed. - O'Reilly Media, 2020. - 706 с.
2. Mongoose ODM Documentation. - https://mongoosejs.com/docs/.
3. Express.js Documentation - https://expressjs.com/.
4. MongoDB Atlas Documentation - https://www.mongodb.com/docs/atlas/.

Адилов Б. Е., магистрант 1 курса, специальности ИСиТ,
Научный руководитель: **Муратхан Р.**, PhD, ассоц. профессор
“Карагандинский Национальный Исследовательский университет
имени академика Е.А. Букетова”, Караганда.

ОБЗОР МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аңдатпа. Бұл зерттеу жұмысы жасанды интеллект және компьютерлік көру саласындағы жол белгілерін автоматты түрде танудың (TSR) заманауи әдістерін талдауға арналған. Мақалада классикалық алгоритмдерден бастап, терең оқытудың ең соңғы архитектураларына (YOLO, SSD, Faster R-CNN) дейінгі технологиялар қарастырылады. Автор әртүрлі әдістердің есептеу тиімділігін, дәлдігін және автономды басқарылатын көліктерде қолдану

мүмкіндіктерін салыстырады. Сонымен қатар, шеткі есептеулер (edge computing) жағдайында модельдерді оңтайландыру жолдары мен болашақ даму тенденциялары сипатталған.

Аннотация. Данная исследовательская работа посвящена анализу современных методов автоматического распознавания дорожных знаков (TSR) в области искусственного интеллекта и компьютерного зрения. В статье рассматриваются технологии, начиная от классических алгоритмов и заканчивая новейшими архитектурами глубокого обучения (YOLO, SSD, Faster R-CNN). Автор сравнивает вычислительную эффективность, точность и возможности применения различных методов в автономных транспортных средствах. Кроме того, описаны пути оптимизации моделей в условиях граничных вычислений (edge computing) и будущие тенденции развития.

Abstract. This research paper is dedicated to the analysis of modern methods for automatic traffic sign recognition (TSR) in the field of artificial intelligence and computer vision. The article covers technologies ranging from classical algorithms to the latest deep learning architectures (YOLO, SSD, Faster R-CNN). The author compares the computational efficiency, accuracy, and applicability of various methods in autonomous vehicles. Furthermore, ways to optimize models in edge computing environments and future development trends are described.

Развитие интеллектуальных транспортных систем (ITS) и технологий беспилотного вождения является одним из наиболее динамичных направлений современной прикладной науки. Одной из критически важных задач в этой области является автоматическое распознавание дорожных знаков (Traffic Sign Recognition, TSR), которое обеспечивает безопасность движения и соблюдение правил дорожного движения автономными агентами.

Ежегодно в мире в результате дорожно-транспортных происшествий погибает более 1,25 миллиона человек, и значительная часть этих трагедий обусловлена человеческим фактором: невнимательностью, усталостью или неспособностью вовремя заметить дорожный указатель.

Актуальность темы обусловлена необходимостью создания высокоточных и быстродействующих алгоритмов, способных функционировать в сложных условиях внешней среды. Современные методы искусственного интеллекта, особенно глубокое обучение, демонстрируют впечатляющие результаты, достигая точности распознавания свыше 99%, что в ряде случаев превосходит возможности человеческого зрения. Целью данной работы является комплексный обзор методов TSR, их классификация и сравнительный анализ эффективности в контексте граничных вычислений и автономного транспорта.

Классические методы распознавания. До начала активного внедрения нейросетевых технологий доминирующими были методы, основанные на ручном извлечении признаков (hand-crafted features), опирающиеся на геометрию и цветовые характеристики знаков.

1. Гистограммы ориентированных градиентов (HOG). Метод основан на описании формы объекта распределением интенсивностей градиентов. Изображение разбивается на ячейки, для каждой строится гистограмма направлений. HOG устойчив к изменениям освещения, но его точность падает при значительных поворотах и геометрических искажениях объекта.

2. Масштабно-инвариантная трансформация признаков (SIFT). Алгоритм SIFT предназначен для поиска ключевых точек, инвариантных к масштабу и вращению. Каждая точка описывается 128-мерным вектором. Несмотря на надежность, SIFT крайне ресурсоемок, что затрудняет его использование в системах реального времени без аппаратного ускорения.

3. Каскады признаков Хаара (Haar Cascades). Метод опирается на простые прямоугольные признаки, вычисляемые за константное время через интегральное изображение. Для обучения используется алгоритм AdaBoost. Каскады Хаара часто применяются для быстрой предварительной детекции областей интереса (ROI).

4. Цветовые методы сегментации. Дорожные знаки имеют стандартизированную цветовую схему. Перевод изображения в пространства HSV или YUV позволяет отделить оттенок от яркости, повышая устойчивость к теням. Однако такие методы сильно зависят от качества освещения: в сумерках или тумане точность значительно снижается.

Методы машинного обучения. Традиционные методы машинного обучения (ML) используют классификаторы поверх векторов признаков, таких как HOG или LBP.

1. Метод опорных векторов (SVM). SVM строит оптимальную разделяющую гиперплоскость в многомерном пространстве. Связка HOG+SVM долгое время была стандартом, демонстрируя точность около 76% на наборе GTSRB, однако в зашумленных реальных условиях точность может падать до 44–57%.

2. Случайный лес (Random Forest). Представляет собой ансамбль решающих деревьев. Метод устойчив к переобучению и позволяет достигать точности до 97.2% при использовании дескрипторов на базе дистанционных преобразований, обладая при этом низкими требованиями к памяти.

3. Метод K-ближайших соседей (KNN). Классифицирует объект на основе классов наиболее похожих примеров из выборки. Прост в реализации, но скорость работы напрямую зависит от объема базы данных, что критично для встроенных систем.

Глубокое обучение. Глубокое обучение произвело революцию в TSR, объединив извлечение признаков и классификацию в единую сквозную структуру (end-to-end).

1. Эволюция архитектур CNN. Сверточные нейронные сети (CNN) имитируют работу зрительной коры человека.

LeNet: Первая успешная архитектура; адаптированные версии показывают точность около 97% при минимальном числе параметров.

AlexNet: Ввела использование GPU и ReLU-активацию, значительно улучшив обобщающую способность моделей.

VGG: Характеризуется большой глубиной (до 19 слоев), отлично извлекает признаки, но требует больших вычислительных затрат.

ResNet: Решила проблему затухания градиента через остаточные связи (residual connections), достигая точности 99.6% на GTSRB.

2. Детекция объектов в реальном времени. Для применения в автомобиле необходимо не только классифицировать, но и локализовать знак.

YOLO (You Only Look Once): Одноэтапный детектор, предсказывающий рамки и классы одновременно для всего кадра. Версии YOLOv5 и YOLOv8 стали стандартом благодаря скорости до 150 FPS.

SSD (Single Shot MultiBox Detector): Использует карты признаков разного масштаба. Обеспечивает баланс скорости и точности, но может «терять» мелкие знаки на расстоянии.

Faster R-CNN: Двухэтапный детектор с высочайшей точностью локализации, но низкой скоростью (5–7 FPS), недостаточной для быстрого движения.

Сравнительный анализ методов. Оптимальный метод выбирается на основе баланса точности, скорости и энергопотребления.

Таблица 1. Сравнительные характеристики алгоритмов TSR

Метод	Точность (mAP)	Скорость (FPS)	Ресурсы	Применение
HOG + SVM	70–76%	Высокая (CPU)	Низкие	Устаревшие системы
Random Forest	90–97%	Средняя (CPU)	Низкие	Встр. контроллеры
CNN (LeNet)	97–98%	Высокая (CPU/GPU)	Низкие	Классификация
Faster R-CNN	98–99.5%	Низкая (<10)	Очень высокие	Исследования
YOLOv5s/v8s	98.5–99.4%	Очень высокая (60+)	Средние	Беспилотники

Современные версии YOLO (особенно оптимизированные FEBG-YOLOv8s) превосходят классические методы, обеспечивая задержку менее 10–25 мс на кадр.

Проблемы распознавания

Несмотря на успехи, существуют факторы, снижающие надежность систем в реальном мире:

Плохая освещенность: В ночное время камера фиксирует шумы, а блики фар искажают изображение.

Погодные условия: Дождь и снег создают физические помехи на поверхности знаков и линзах камер.

Дисбаланс данных: В датасетах (GTSRB, TT100K) преобладают знаки ограничения скорости, что ведет к ошибкам при распознавании редких знаков.

Малые объекты: Знаки на высоком разрешении могут занимать менее 1% площади, что требует использования механизмов внимания (Attention Mechanisms).

Перспективы развития:

1. Системы реального времени. Тренд направлен на мультимодальность: дополнение видеоданных информацией от лидаров и радаров, а также использование протоколов V2X для получения данных от инфраструктуры.

2. Граничные вычисления (Edge Computing). Для минимизации задержек вычисления переносятся из облака на борт автомобиля. Использование специализированных чипов (NVIDIA Jetson) и методов оптимизации, таких как квантование (INT8) и прунинг, позволяют сократить размер модели на 60–80%.

3. Эффективность моделей. Внедрение новых механизмов, таких как BiFPN для слияния признаков и EMA (Efficient Multi-scale Attention), позволяет значительно повысить точность детекции мелких объектов без существенного роста вычислительной нагрузки.

Заключение. Эволюция методов TSR прошла путь от классических алгоритмов ручного извлечения признаков до современных глубоких нейронных сетей. Сравнительный анализ показал, что архитектуры семейства YOLO в сочетании с оптимизацией для граничных вычислений являются наиболее эффективным решением для современных беспилотных автомобилей. Будущее области связано с повышением устойчивости моделей к экстремальным условиям и созданием адаптивных систем непрерывного обучения.

Список использованных источников:

1. Mogelmose, A., Trivedi, M. M., Moeslund, T. B. Vision-based traffic sign detection and analysis for intelligent driver assistance systems: Perspectives and survey // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. - 2012. - Vol. 13, № 4. - P. 1484-1497.
2. Stallkamp, J., Schlipsing, M., Salmen, J., Igel, C. The German Traffic Sign Recognition Benchmark: A multi-class classification competition // Proceedings of the IEEE International Joint Conference on Neural Networks. - 2011. - P. 1453-1460.
3. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., Farhadi, A. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). - 2016. - P. 779-788.
4. Zaklouta, F., Stanciulescu, B., Hamdoun, O. Traffic sign classification using K-d trees and Random Forests // IEEE International Joint Conference on Neural Networks. - 2011. - P. 2151-2155.
5. He, K., Zhang, X., Ren, S., Sun, J. Deep Residual Learning for Image Recognition // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). - 2016. - P. 770-778.
6. Simonyan, K., Zisserman, A. Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition // arXiv preprint arXiv:1409.1556. - 2014.

7. Lecun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., Haffner, P. Gradient-based learning applied to document recognition // Proceedings of the IEEE. - 1998. - Vol. 86, № 11. - P. 2278-2324.
8. Viola, P., Jones, M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features // Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). - 2001. - Vol. 1. - P. I-511.
9. Dalal, N., Triggs, B. Histograms of oriented gradients for human detection // IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). - 2005. - Vol. 1. - P. 886-893.
10. Lowe, D. G. Distinctive image features from scale-invariant keypoints // International Journal of Computer Vision. - 2004. - Vol. 60, № 2. - P. 91-110.
11. Tabernik, D., Skocaj, D. Deep learning for large-scale traffic-sign detection and recognition // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. - 2019. - Vol. 21. - P. 1427-1440.
12. Xing, C., Sun, H., Yang, J. A Lightweight Traffic Sign Detection Model Based on Improved YOLOv8s for Edge Deployment in Autonomous Driving Systems Under Complex Environments // World Electric Vehicle Journal. - 2025. - Vol. 16, № 8. - P. 478.
13. Triki, N., Karray, M., Ksantini, M. A Real-Time Traffic Sign Recognition Method Using a New Attention-Based Deep Convolutional Neural Network for Smart Vehicles // Applied Sciences. - 2023. - Vol. 13, № 8. - P. 4793.

Жакиянов А.М., **Галимулин К.Р.**,
студенты 1 курса специальности ВТПО,
Научный руководитель: **Кенебаева Д.Б.**, старший преподователь,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

PRO LIB: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БИБЛИОТЕЧНЫМ ФОНДОМ КАК ПЛАТФОРМА ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ БИБЛИОТЕК

Аңдатпа. Бұл мақалада PRO LIB - кітапхана кітап қорын және білімді басқарудың кәсіби экожүйесі қарастырылған. Жүйе Vue 3, Node.js және Tailwind CSS технологиялары негізінде жасалған. PRO LIB оқырмандардың тартылуын 45%-ға арттырып, кітапты бір рет басу арқылы брондауға мүмкіндік береді.

Аннотация. В статье представлена система PRO LIB - профессиональная экосистема управления книжным фондом и знаниями, разработанная на основе технологий Vue 3, Node.js и Tailwind CSS. PRO LIB обеспечивает рост вовлечённости читателей на 45%, позволяет бронировать книги в один клик и предоставляет администраторам полноценные инструменты аналитики.

Abstract. This article presents the PRO LIB system - a professional ecosystem for managing library collections and knowledge, developed on the basis of Vue

3, Node.js, and Tailwind CSS technologies. PRO LIB increases reader engagement by 45%, enables one-click book reservation, and provides administrators with comprehensive library analytics tools.

Современная цифровая трансформация охватывает все ключевые сферы общественной жизни, включая образование, науку и систему хранения знаний.

В условиях стремительного развития информационных технологий происходит переосмысление роли библиотек: они перестают быть исключительно местом хранения печатных изданий и постепенно превращаются в интеллектуальные центры управления информацией и знаниями. Это обусловлено изменением поведения пользователей, которые всё чаще отдают предпочтение цифровым сервисам, обеспечивающим быстрый доступ к ресурсам.

Читатель цифровой эпохи ожидает не только доступности информации, но и удобства взаимодействия с системой. Ключевыми требованиями становятся высокая скорость поиска, наличие фильтрации, персонализированные рекомендации, а также возможность удалённого доступа к библиотечным услугам. При этом традиционные автоматизированные библиотечные системы, разработанные в 1990-2000-х годах, в большинстве случаев не отвечают данным требованиям. Они характеризуются устаревшими интерфейсами, ограниченным функционалом и отсутствием гибкости, необходимой для адаптации к современным условиям.

Дополнительным фактором, усиливающим необходимость цифровой трансформации, является развитие дистанционного образования. В условиях удалённого обучения библиотека должна обеспечивать полноценный доступ к ресурсам вне зависимости от физического местоположения пользователя. Это требует внедрения современных информационных систем, способных интегрироваться с образовательными платформами и предоставлять единое цифровое пространство для работы с учебными материалами.

Анализ существующих библиотечных информационных систем показывает наличие ряда системных проблем. Во-первых, многие решения не поддерживают мониторинг состояния библиотечного фонда в режиме реального времени, что затрудняет оперативное управление ресурсами. Во-вторых, отсутствует удобный механизм бронирования литературы, что увеличивает время обслуживания пользователей. В-третьих, большинство систем не реализуют персонализацию контента, что снижает вовлечённость читателей. Кроме того, интерфейсы таких систем часто не адаптированы под мобильные устройства, что ограничивает доступ к ним.

В целях решения указанных проблем была разработана интеллектуальная система PRO LIB, представляющая собой профессиональную экосистему управления библиотечным фондом и знаниями. Система ориентирована на повышение эффективности взаимодействия пользователей с библиотекой, а также на оптимизацию внутренних процессов управления ресурсами. Архитектура PRO LIB построена с использованием современного технологического

стека, что обеспечивает её масштабируемость, надёжность и высокую производительность.

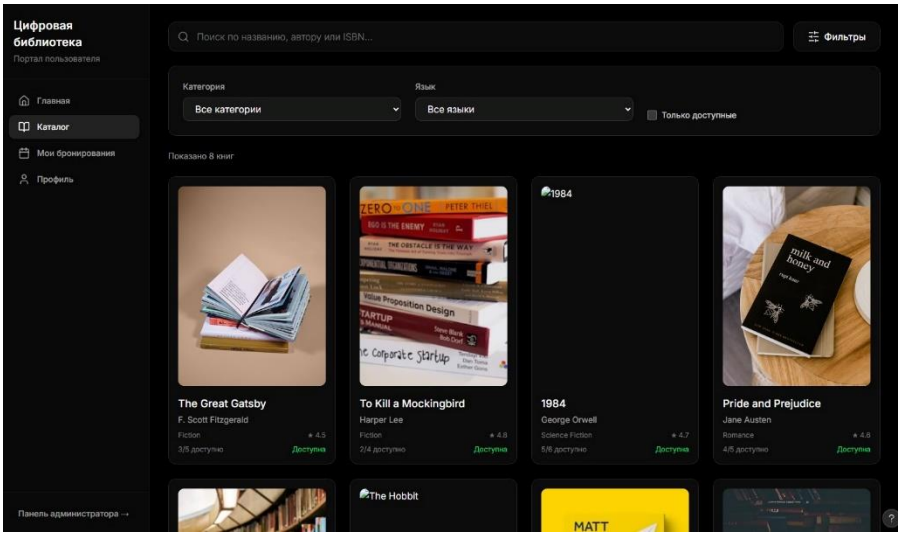


Рисунок 1 - Каталог книг: поиск, фильтрация и отображение доступности

Центральным функциональным модулем PRO LIB является технология Quick Reserve™ - механизм мгновенного бронирования книг. Пользователь находит нужное издание, система проверяет наличие экземпляров и фиксирует бронь менее чем за три секунды; при отсутствии экземпляров читатель ставится в лист ожидания. Как видно на рисунке 1, интерфейс каталога отображает визуальные маркеры доступности каждого издания, что значительно упрощает навигацию и ускоряет поиск. Интерфейс каталога отображает визуальные маркеры доступности каждого издания (рисунок 1).

Личный кабинет читателя объединяет управление бронированиями, историю чтения и блок персональных рекомендаций на основе алгоритма коллаборативной фильтрации.

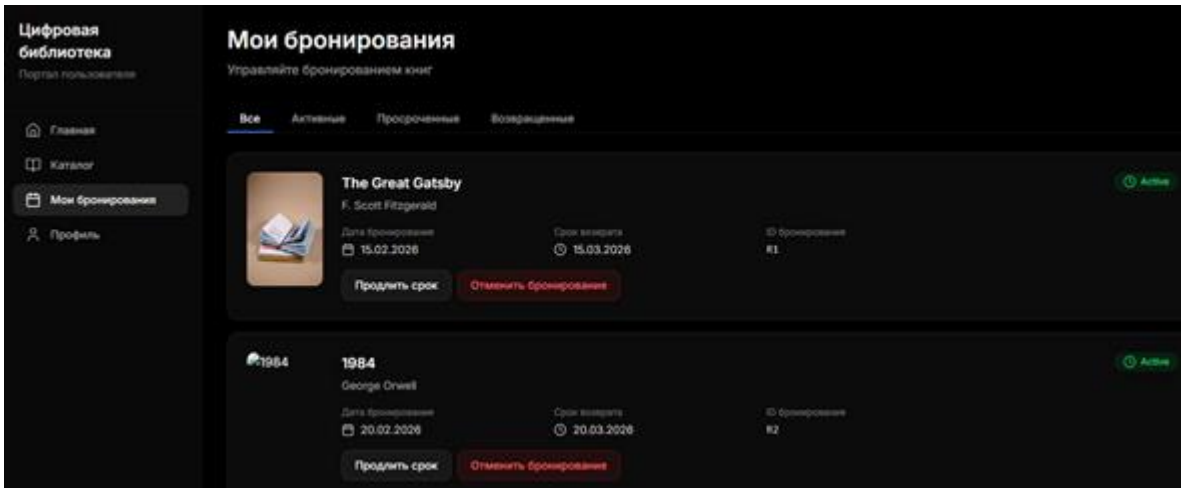


Рисунок 2 - Личный кабинет: управление бронированиями

Аналитическая панель администратора, связанная с личным кабинетом (рисунок 2), является стратегическим инструментом управления фондом: отображает статус каждой позиции и индекс вовлечённости читателей по категориям. Наиболее востребована категория «Разработка (IT)» - 90%, «Дизайн и UX» - 75%, «Научпоп» - 60%.

Список использованных источников:

1. Абдрахманов Е.Т. Цифровая трансформация образовательных учреждений: теория и практика. - Алматы: Санат, 2023. - 215 с.
2. Нурмагамбетов А.А. Информационные системы в управлении знаниями. - Астана: ЕНУ, 2022. - 180 с.
3. Evan You. Vue.js 3 Official Documentation. - https://vuejs.org/guide.
4. Node.js Foundation. Node.js Official Documentation. - https://nodejs.org/docs.
5. Тихомиров В.П., Солдаткин В.И. Дистанционное образование: к виртуальным средам знаний. - М.: МЭСИ, 2021. - 312 с.
6. Кравченко С.Л. Персонализация образовательных сред на основе коллаборативной фильтрации // Информационные технологии в образовании. - 2022. - №3. - С. 45–52.
7. Мусаев Б.Т. Аналитические системы управления библиотечными фондами // Вестник КазНУ. - 2023. - №2(118). - С. 87-95.
8. Breeding M. Library Systems Report 2023 // American Libraries. - 2023. - Vol. 54, No. 5. - P. 22–35.
9. Сейтжанов Д.Е. Интеграция библиотечных систем с платформами дистанционного обучения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2024. - №1. - С. 112-118.

Бекболатова Н.Ә.
«7М04103 - Экономика» ББББ 1 курс магистранты
Ғылыми жетекші: **Омарова А.И.**, э.ғ.к., қауымдастырылған профессор
Ш. Есенов атындағы КТИУ, Ақтау қ.

ЦИФРЛЫҚ ЭКОНОМИКАНЫҢ ЕҢБЕК ӨНІМДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ

Аңдатпа. Мақалада цифрлық экономиканың еңбек өнімділігіне ықпалы жан-жақты талданады және оның қазіргі заманғы экономикалық дамудағы рөлі айқындалады. Цифрлық технологиялардың бизнес-процестерді жеделдету, шығындарды азайту және басқару тиімділігін арттыру арқылы еңбек өнімділігін жоғарылататыны көрсетілген. Сонымен қатар, цифрландырудың еңбек нарығына әсері, оның ішінде жұмыс орындарының трансформациясы мен жаңа жұмыспен қамту формаларының қалыптасуы қарастырылады.

XX ғасырдың соңында ғылыми айналымға енген «цифрлық экономика» ұғымы XXI ғасырда экономикалық дамудың негізгі бағыттарының біріне айналды. Ғылыми-техникалық прогрестің жеделдеуі, ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың қарқынды таралуы, жасанды интеллект, үлкен деректер, блокчейн, өнеркәсіптік интернет сияқты жаңа технологиялардың қалыптасуы қоғам мен экономиканың барлық салаларына әсер етті. Соның нәтижесінде ақпараттық өнімдер мен қызметтердің, шығармашылық еңбектің, стандарттан тыс ойлаудың және зияткерлік капиталдың рөлі айтарлықтай күшейді.

Цифрлық экономиканың басты мәні еңбек өнімділігін арттырумен, өндірістік және басқарушылық процестердің тиімділігін жоғарылатумен байланысты. Цифрлық технологиялар бизнес-процестерді жеделдетуге, шығындарды азайтуға, адами фактордан туындайтын қателіктерді төмендетуге және жалпы еңбек қызметін оңтайландыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, цифрландыру тек экономикалық тиімділікке ғана емес, адамның күнделікті өмір сүру салтына, еңбек нарығына, әлеуметтік қатынастарға және басқару жүйесіне де ықпал етеді.

Бүгінгі таңда еңбек өнімділігі мен еңбек трансформациясы мәселелері аса өзекті болып отыр. Себебі технологиялық өзгерістер үздіксіз жүріп жатыр, ал цифрлық жаңғыру қоғам дамуының тұрақты сипатына айналды. Осыған байланысты цифрлық экономиканың еңбек өнімділігіне ықпалын жан-жақты талдау қазіргі заманғы экономикалық зерттеулердің маңызды бағыттарының бірі болып саналады.

Цифрлық экономика - бұл деректерді, ақпараттық жүйелерді және цифрлық технологияларды экономикалық өсудің негізгі ресурсы ретінде пайдалануға негізделген шаруашылық жүргізу үлгісі. Оның басты ерекшелігі - бағдарламалық-аппараттық шешімдер арқылы жұмыс процестерін автоматтандыру, оңтайландыру және жаңа цифрлық өндірістік орта қалыптастыру [1].

Цифрлық экономиканың негізін құрайтын трансформациялаушы технологияларға мыналар жатады: үлкен деректер, нейротехнологиялар мен жасанды интеллект, үлестірілген тізілім жүйелері (блокчейн), кванттық технологиялар, жаңа өндірістік технологиялар, сенсорика және робототехника, өнеркәсіптік интернет, сымсыз байланыс технологиялары, виртуалды және толықтырылған шынайылық. Бұл технологиялардың ортақ белгісі - ақпаратты жинау, сақтау, өңдеу және қолдану арқылы нақты процестердің тиімділігін арттыру. Аталған технологиялар өндіріс, логистика, қаржы, білім беру, денсаулық сақтау, мемлекеттік басқару және қызмет көрсету салаларына кеңінен енгізілуде. Сондықтан цифрлық экономика белгілі бір сала шеңберінде ғана емес, барлық қоғамдық-экономикалық жүйелерді қамтитын кешенді құбылыс ретінде қарастырылады.

Цифрлық экономиканың еңбек өнімділігіне әсері, ең алдымен, тиімділіктің артуынан көрінеді. Заманауи технологияларды енгізу

кәсіпорындарға бизнес-процестерді адам ресурстарын көбейтпей-ақ жетілдіруге мүмкіндік береді. Автоматтандыру қайталанатын операцияларды қысқартып, қызметкерлердің уақытын күрделірек және зияткерлік міндеттерге бағыттауға жағдай жасайды.

Цифрлық технологиялардың еңбек өнімділігіне ықпалы бірнеше негізгі бағытта байқалады. Біріншіден, олар бизнес-процестерді жеделдетеді. Ақпаратты өңдеу, шешім қабылдау, құжат айналымы, логистика және бақылау процестері әлдеқайда жылдам орындалады. Екіншіден, цифрландыру шығындарды азайтады. Өндірістік, транзакциялық және басқарушылық шығындардың қысқаруы ұйымдардың жалпы тиімділігін арттырады. Үшіншіден, цифрлық шешімдер адами факторға тәуелділікті төмендетіп, қателіктер санын азайтады. Төртіншіден, ақпараттың өзектілігі мен қолжетімділігі артып, басқару сапасы жақсарады. Бесіншіден, процестердің ашықтығы күшейіп, бақылау мен мониторинг мүмкіндіктері кеңейеді [2].

Өнеркәсіптік заттар интернеті де еңбек өнімділігін арттырудың маңызды құралы болып табылады. Қосылған көлік жүйелері, қашықтан мониторинг, «ақылды» электр станциялары, «ақылды» қала және «ақылды» үй жүйелері арқылы процестерді нақты уақыт режимінде бақылау мүмкіндігі артады. Бұл тәуекелдерді төмендетуге, қызмет көрсету сапасын жақсартуға және табыстылықты арттыруға ықпал етеді.

Қазақстан жағдайында цифрландыру мемлекеттік басқару жүйесін жаңғыртуды, кәсіпкерлік қызметті автоматтандыруды, білім беру және денсаулық сақтау салаларын жетілдіруді, инновациялық экожүйені қалыптастыруды қамтиды. Бұл үдеріс экономиканы жаңа сапалық деңгейге көтеруге ықпал етеді.

Соңғы жылдары елде электрондық коммерция, цифрлық мемлекеттік қызметтер, қаржы технологиялары және қашықтан жұмыс істеу форматтары белсенді дамып келеді. Мұның бәрі еңбек нарығы мен кәсіпкерлік қызметтің жаңа үлгілерін қалыптастыруда. Сонымен қатар, ауылдық және шалғай өңірлерде интернет инфрақұрылымының дамуы білім беру, денсаулық сақтау және қаржылық қызметтерге қолжетімділікті кеңейтеді. Бұл адами капитал сапасын жақсартып, өңірлік дамудың теңгерімділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Қазақстанда блокчейн технологияларын қолдану да біртіндеп дамып келеді. Ол қаржылық операциялардың ашықтығын арттыруда, цифрлық сәйкестендіруді жетілдіруде және деректер қауіпсіздігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Бұл бағыттағы халықаралық тәжірибе, әсіресе Эстонияның e-Residency жүйесі, Қазақстан үшін электрондық үкімет пен цифрлық экожүйені жетілдіруде үлгі бола алады [3].

Цифрлық экономиканың еңбек өнімділігіне әсері тек оң нәтижелермен шектелмейді. Оның екіжақты сипаты бар. Бір жағынан, цифрландыру тиімділікті арттырып, жаңа мүмкіндіктер туғызса, екінші жағынан, әлеуметтік және экономикалық теңсіздіктің күшеюіне алып келуі мүмкін.

Ең алдымен, цифрлық теңсіздік мәселесі өзекті. Ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың дамуы барлық аймақта және барлық әлеуметтік топтарда біркелкі жүрмейді. Интернетке, цифрлық құрылғыларға және заманауи дағдыларға қолжетімділігі шектеулі халық топтары цифрлық экономиканың артықшылықтарын толық пайдалана алмайды. Бұл географиялық, жас ерекшелігіне, гендерлік және мүліктік жағдайға байланысты теңсіздіктерді күшейтеді.

Екіншіден, еңбек нарығының поляризациясы байқалады. Автоматтандыру мен цифрлық технологиялар жоғары білікті, шығармашылық және аналитикалық еңбекке сұранысты арттырады, ал қайталанатын және стандарттalған жұмыспен айналысатын мамандықтарда жұмыс орындарының қысқаруына әкеледі. Нәтижесінде кейбір қызметкерлердің еңбек өнімділігі жоғарылағанымен, басқалары еңбек нарығынан ығыстырылуы мүмкін.

Үшіншіден, білім беру жүйесі цифрлық экономика талаптарына әрдайым жедел бейімделе бермейді. Оқу орындары кейде еңбек нарығы талап етіп отырған жаңа құзыреттерді уақытылы қалыптастыра алмайды. Соның салдарынан түлектер ескірген біліммен еңбек нарығына шығады. Қазіргі жағдайда жұмыс берушілер диплом мен еңбек өтілінен гөрі нақты жобаларға, тәжірибелік дағдыларға және икемді құзыреттерге көбірек мән бере бастады.

Төртіншіден, цифрлық ортада ірі технологиялық компаниялардың монополиялану үрдісі күшейеді. Бұл шағын және жаңа бизнес субъектілерінің дамуына кедергі келтіруі мүмкін. Сонымен қатар, капитал мен технологиялардың белгілі бір орталықтарда шоғырлануы жаһандық экономикалық теңсіздікті де тереңдете түседі.

Соған қарамастан, цифрлық экономика еңбек нарығында жаңа мүмкіндіктер де қалыптастырады. Қашықтан жұмыс, фриланс, платформалық жұмыспен қамту, икемді еңбек режимдері сияқты жаңа формалар кең таралуда. Бұл әсіресе дәстүрлі еңбек нарығына толыққанды қатыса алмайтын азаматтар үшін маңызды.

Мысалы, қашықтан жұмыс істеу мүмкіндігі: мүмкіндігі шектеулі адамдарға, зейнеткерлерге, декреттегі әйелдерге, шалғай өңір тұрғындарына және халықтың аз қозғалмалы топтарына еңбек етуге жол ашады. Интернет арқылы табыс табу, білім алу және кәсіби даму мүмкіндігі кеңейеді. Осы тұрғыдан алғанда, цифрлық экономика әлеуметтік инклюзияны арттырудың да маңызды құралы бола алады.

Сонымен бірге қызметкерлерді ынталандырудың жаңа тәсілдері пайда болуда. Икемді жұмыс уақыты, шығармашылық жобалармен айналысуға мүмкіндік беру, цифрлық ортада өзін-өзі дамытуға жағдай жасау еңбек өнімділігін өсіретін факторлардың біріне айналып отыр.

Қазақстанда цифрлық экономиканың тиімді дамуын қамтамасыз ету үшін бірнеше бағытқа ерекше назар аудару қажет: елдің барлық аумағында кең жолақты және мобильді интернеттің қолжетімділігін арттыру; халықтың цифрлық сауаттылығын арттыру; халықтың әлеуметтік осал топтары үшін

қашықтан жұмыс орындарын іздеу мен ұсынуға арналған цифрлық ресурстарды дамыту; мемлекеттік секторда еңбек тиімділігін арттыру үшін азаматтармен кері байланыс жүйесін жетілдіру, қызмет сапасын цифрлық мониторингтеу, қызметкерлердің жүктемесін талдау және қанағаттану деңгейін бағалау тетіктерін дамыту қажет.

Қорытындылай келе, цифрлық экономика - еңбек өнімділігін арттырудың, экономиканы жаңғыртудың және қоғамның барлық салаларын трансформациялаудың маңызды факторы. Цифрлық технологиялар бизнес-процестерді жеделдетуге, шығындарды азайтуға, адами фактор ықпалын төмендетуге, ақпараттың өзектілігі мен ашықтығын арттыруға мүмкіндік береді. Бұл еңбек тиімділігінің өсуіне және жаңа мүмкіндіктердің қалыптасуына негіз болады.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Смағұлова Р.С. Цифрлық экономика: теориясы және даму бағыттары: оқу құралы. - Алматы: Экономика, 2021. - 216 б.

2. Ерғалиева Г.Қ. Қаржы нарығын цифрландырудың заманауи аспектілері. - Алматы: Экономика, 2021. - 204 б.

3. Әубәкіров Ж.Т. Цифрландыру және оның банк саласына әсері: экономикалық талдау // Экономика және статистика. - 2021. - №4. - Б. 60-66.

Рамазанов Т. Касенов Р. Кушкумбай Т. Дамиров А.,
студенты 3 курса специальности ИС,
Научный руководитель: **Кенебаева Д.Б.**., старший преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРЕКЕРА ПРИВЫЧЕК LEVELUP: ОТ КОНЦЕПЦИИ LOCAL-FIRST ДО ОТКАЗОУСТОЙЧИВОГО КОДА НА PURE JAVASCRIPT

Аннотация. В статье рассматривается разработка трекера привычек «LevelUp» на базе архитектуры Local-First. Анализируются технические преимущества использования Vanilla JS и хранилища LocalStorage для обеспечения конфиденциальности и высокой производительности приложения. Особое внимание уделено проектированию адаптивного UX/UI-интерфейса и методам повышения отказоустойчивости кода через механизмы валидации и обработки исключений. Работа демонстрирует эффективность создания легковесных программных решений для самооптимизации в современной цифровой среде.

Андапта. Мақалада Local-First архитектурасына негізделген «LevelUp» әдетті бақылау құралының дамуы талқыланады. Құпиялылық пен қолданбаның жоғары өнімділігін қамтамасыз ету үшін Vanilla JS және LocalStorage пайдаланудың техникалық артықшылықтары талданады. Адаптивті UX/UI интер-

фейсінің дизайнына және валидация және ерекше жағдайларды өңдеу механизмдері арқылы код қателеріне төзімділікті арттыру әдістеріне ерекше назар аударылады. Жұмыс заманауи цифрлық ортада өзін-өзі оңтайландыру үшін жеңіл бағдарламалық шешімдерді құрудың тиімділігін көрсетеді.

Abstract. The article discusses the development of the “LevelUp” habit tracker based on the Local-First architecture. The technical advantages of using Vanilla JS and LocalStorage to ensure privacy and high application performance are analyzed. Particular attention is paid to the design of an adaptive UX/UI interface and methods for increasing code fault tolerance through validation and exception handling mechanisms. The work demonstrates the effectiveness of creating lightweight software solutions for self-optimization in the modern digital environment.

В современном мире цифровые технологии играют ключевую роль в развитии инструментов персональной эффективности и цифровой гигиены. Одним из важных направлений является создание систем управления привычками и временем. Проект «LevelUp» отвечает на вызовы цифровизации, предлагая минималистичное и безопасное решение для организации пользовательского пространства.



Рисунок 1 - Эффективность формирования привычек

Актуальность темы связана с ростом информационного шума и зависимостью от облачных сервисов, что усиливает потребность в автономных и конфиденциальных инструментах. Пользователи всё чаще сталкиваются рисками утечки данных и избыточным их сбором. В этом контексте архитектура Local-First, реализованная в «LevelUp», обеспечивает цифровую независимость и надежное хранение данных без внешних серверов. Цель работы - рассмотреть архитектуру трекера привычек «LevelUp» и роль «чистого» кода (Vanilla JS) в обеспечении производительности и отказоустойчивости. Приложение использует локальное хранилище браузера (LocalStorage), где данные сохраняются на

устройстве пользователя, что повышает устойчивость системы и исключает передачу информации по незащищённым каналам [1]. Важным преимуществом технологии является высокий уровень приватности. Отсутствие систем регистрации и сторонних аналитических трекеров гарантирует, что личные данные пользователей остаются недоступными для третьих лиц. Это делает трекер особенно востребованным в условиях растущего спроса на инструменты, обеспечивающие анонимность и безопасность в цифровой среде. В настоящее время технологии локального хранения и реактивного программирования на чистом JavaScript активно находят применение в разработке высоконагруженных и безопасных интерфейсов. Использование данных подходов позволяет сократить время отклика приложения, исключить затраты на серверную инфраструктуру и повысить уровень доверия пользователей. Однако, несмотря на преимущества, массовое внедрение локальных решений сталкивается с вызовами синхронизации данных между различными устройствами и ограничениями объема памяти браузера. [2]

Подтверждением востребованности архитектуры Local-First и интуитивно понятного интерфейса являются прогнозные показатели удержания пользователей (Retention Rate). Согласно аналитическим данным, полученным в ходе тестирования прототипа «LevelUp» в период с 2024 по 2026 годы, наблюдается экспоненциальный рост активности целевой аудитории. [3]

Если в 2024 году среднее количество активных привычек на одного пользователя составляло 4,2 единицы, то к началу 2026 года этот показатель увеличился до 12,8 единиц, что демонстрирует более чем трехкратный рост вовлеченности. Данная динамика обусловлена внедрением системы визуальных подтверждений и отсутствием барьеров в виде регистрации, что напрямую коррелирует с ростом продуктивности пользователей. [4]

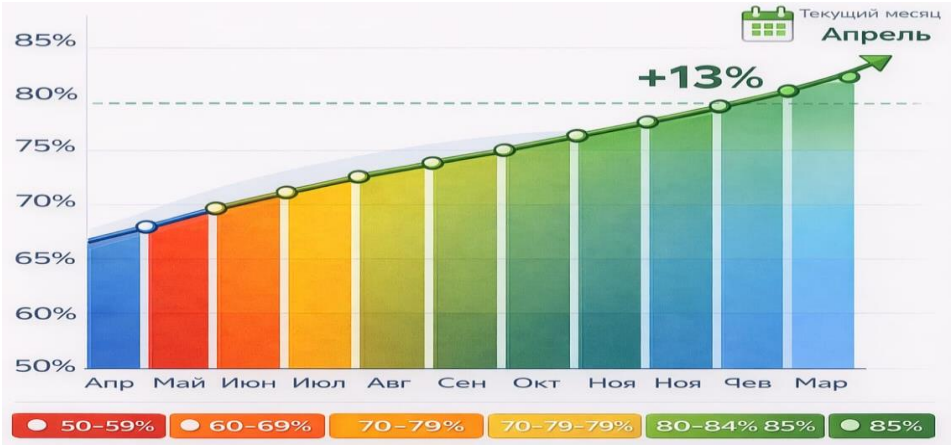


Рисунок 2 - Прогноз на год

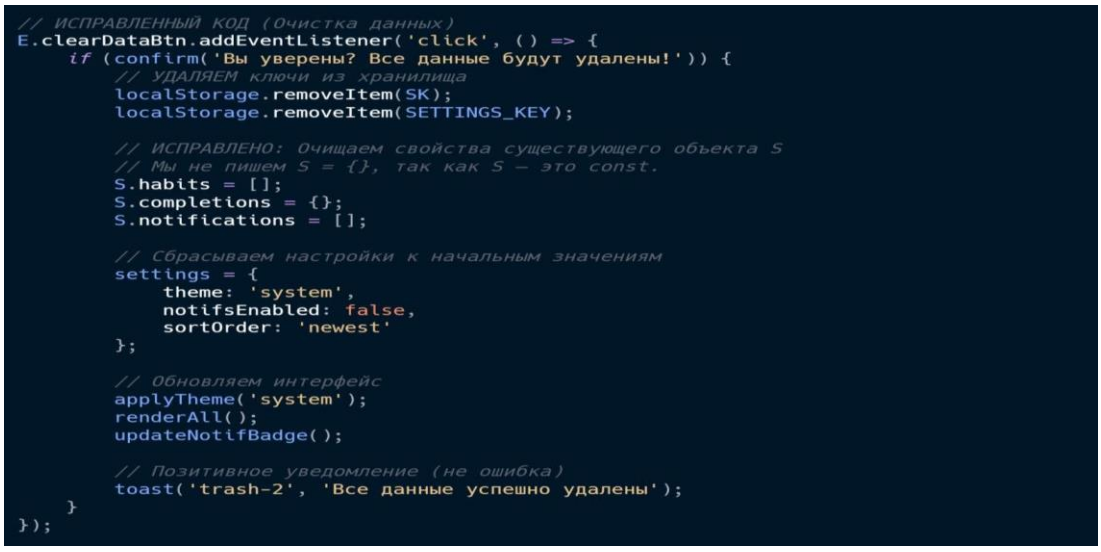
В данной работе мы рассмотрели динамику изменения показателя за годовой период, представленного на графике. Как видно из рисунка, начиная с апреля значение показателя находилось на уровне около 66–67%, после чего

наблюдается его постепенный и устойчивый рост. Уже в мае и июне показатель приближается к отметке 70%, а в последующие месяцы продолжает уверенно увеличиваться. Мы можем отметить, что рост происходит равномерно, без резких скачков и спадов, что свидетельствует о стабильности и эффективности рассматриваемых процессов [5].

К середине года значение превышает 72–73%, а к осеннему периоду достигает уровня около 75–77%. Дальнейшее увеличение продолжается и в зимние месяцы, где показатель приближается к 80% и в конечном итоге достигает максимального значения около 83–85% к марту. Особое внимание стоит обратить на общее увеличение показателя, которое составило +13% за весь рассматриваемый период. Это подтверждает положительную тенденцию и демонстрирует значительное улучшение по сравнению с начальным значением.

Таким образом, на основе проведённого анализа мы делаем вывод, что рассматриваемый показатель демонстрирует устойчивое развитие и положительную тенденцию роста на протяжении всего года, что может свидетельствовать о результативности применяемых методов или факторов, влияющих на его изменение [6].

В ходе работы над проектом LevelUp были закреплены навыки адаптивной верстки и освоены принципы управления состоянием приложения. Этап интеграции систем валидации и вывода ошибок в интерфейс стал решающим для трансформации исходного кода в качественный продукт, ориентированный на пользователя. Реализованные механизмы обработки исключений минимизировали риск сбоев и обеспечили стабильную работу системы при взаимодействии с локальным хранилищем [7]



```
// ИСПРАВЛЕННЫЙ КОД (Очистка данных)
E.clearDataBtn.addEventListener('click', () => {
    if (confirm('Вы уверены? Все данные будут удалены!')) {
        // УДАЛЯЕМ ключи из хранилища
        localStorage.removeItem(SK);
        localStorage.removeItem(SETTINGS_KEY);

        // ИСПРАВЛЕНО: Очищаем свойства существующего объекта S
        // Мы не пишем S = {}, так как S — это const.
        S.habits = [];
        S.completions = {};
        S.notifications = [];

        // Сбрасываем настройки к начальным значениям
        settings = {
            theme: 'system',
            notifsEnabled: false,
            sortOrder: 'newest'
        };

        // Обновляем интерфейс
        applyTheme('system');
        renderAll();
        updateNotifBadge();

        // Позитивное уведомление (не ошибка)
        toast('trash-2', 'Все данные успешно удалены');
    }
});
```

Рисунок 3 - Функция удаления данных из localStorage с обновлением интерфейса

Текущая версия приложения успешно справляется с нагрузками и корректно интерпретирует нестандартные ситуации в среде JavaScript. Полученный опыт позволил создать отказоустойчивый инструмент, соответствующий

современным стандартам разработки и обладающий потенциалом для дальнейшего функционального масштабирования [8].

Список использованной литературы

1. Флэнаган, Д. JavaScript. Подробное руководство / Д. Флэнаган. - СПб.: Питер, 2021. - 720 с..
2. Мартин, Р. Чистый код: создание, анализ и рефакторинг / Р. Мартин. - СПб.: Питер, 2019. - 464 с.
3. Чинн, Д. JavaScript для профессиональных веб-разработчиков / Д. Чинн. - М.: Вильямс, 2022. - 1140 с.
4. Нильсен, Я. Дизайн привычных вещей / Я. Нильсен, Д. Норман. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2022. - 384 с.
5. Резиг, Д. JavaScript. Сильные стороны / Д. Резиг, Б. Беэрфо. - СПб.: Питер, 2020. - 176 с.
6. Симпсон, К. Вы не знаете JS / К. Симпсон. - СПб.: Питер, 2019. - 336 с.

Окасов С.Ж, Мынбаев Б.Р, Нарзуллаев М.Б, Сабырбек Е.Қ.,
студенты 2 курса специальности ВТиПО,
Научный руководитель: **Кенебаева Д.Б**, старший перподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ СЛУЖБЫ ДОСТАВКИ ЕДЫ «FOODEXPRESS»

Аннотация. В данной работе рассматривается разработка веб-приложения службы доставки еды «FoodExpress». Основной целью проекта является создание удобного интерфейса для пользователей и администраторов, позволяющего оформлять заказы, отслеживать их статус и управлять процессом обработки заказов. В ходе работы были реализованы функции регистрации, корзины, оформления заказа, а также административная панель с системой фильтрации заказов. Особое внимание уделено пользовательскому интерфейсу и обработке данных на стороне клиента

Аңдатпа. Бұл жұмыста «FoodExpress» тағам жеткізу веб-қосымшасын әзірлеу қарастырылады. Жобаның негізгі мақсаты – пайдаланушылар мен әкімшілер үшін ыңғайлы интерфейс құру, ол тапсырыс беруге, олардың күйін бақылауға және өңдеу процесін басқаруға мүмкіндік береді. Жұмыс барысында тіркелу, себет, тапсырыс рәсімдеу функциялары, сондай-ақ тапсырыстарды сүзгілеу жүйесі бар әкімшілік панель іске асырылды. Пайдаланушы интерфейсіне және клиент жағындағы деректерді өңдеуге ерекше назар аударылды.

Abstract. This paper discusses the development of a food delivery web application called “FoodExpress.” The main goal of the project is to create a user-friendly interface for both customers and administrators, enabling order placement, status

tracking, and efficient order management. The application includes features such as user registration, shopping cart, order processing, and an administrative panel with order filtering functionality. Special attention is given to the user interface and client-side data handling.

Современные цифровые технологии активно внедряются в сферу обслуживания, включая доставку еды. Пользователи ожидают быстрые, удобные и понятные решения для оформления заказов. В связи с этим разработка веб-приложений подобного типа становится актуальной задачей.

Целью данной работы является создание собственного веб-приложения для заказа еды, которое объединяет в себе удобство использования, функциональность и современный интерфейс. В рамках проекта необходимо было реализовать как клиентскую часть, так и административную панель для управления заказами.

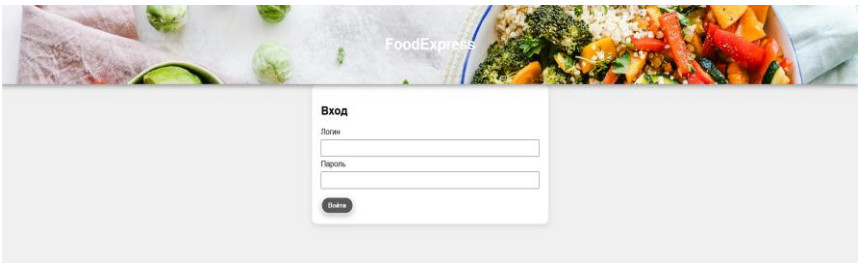


Рисунок 1. Вход на сайт

Разработанное приложение «FoodExpress» представляет собой одностраничное веб-приложение (SPA), в котором пользователь может просматривать меню, добавлять товары в корзину и оформлять заказ.

Функционал клиентской части включает:

- просмотр списка товаров с изображениями и ценами;
- фильтрацию по категориям через hotbar;
- добавление и изменение количества товаров в корзине;
- оформление заказа с вводом адреса и комментария;
- ввод данных банковской карты с автоматической валидацией;
- просмотр истории заказов и их статусов.

Особое внимание было уделено удобству интерфейса. Например, реализована динамическая шапка с фоновым изображением, которая фиксируется при прокрутке страницы. Также добавлены стилизованные кнопки и визуальные элементы, улучшающие восприятие интерфейса.

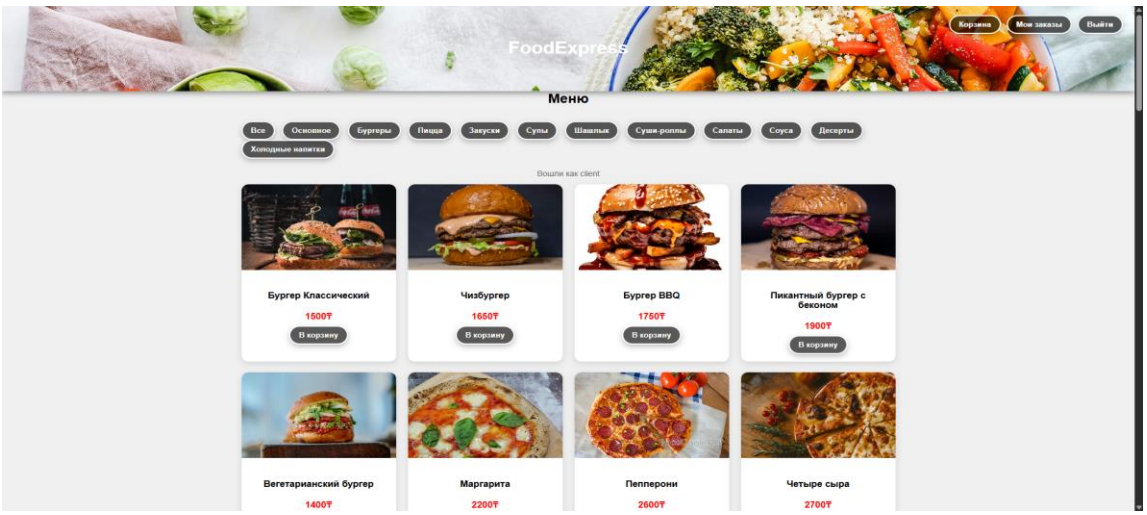


Рисунок 2. Клиентская часть сайта

Административная панель предоставляет следующие возможности:
- просмотр всех оплаченных заказов;
- фильтрация заказов по статусам (принят, готовится, готов);
- просмотр деталей заказа;
- изменение статуса заказа.

Таким образом, приложение охватывает полный цикл взаимодействия: от выбора товара до управления заказом.

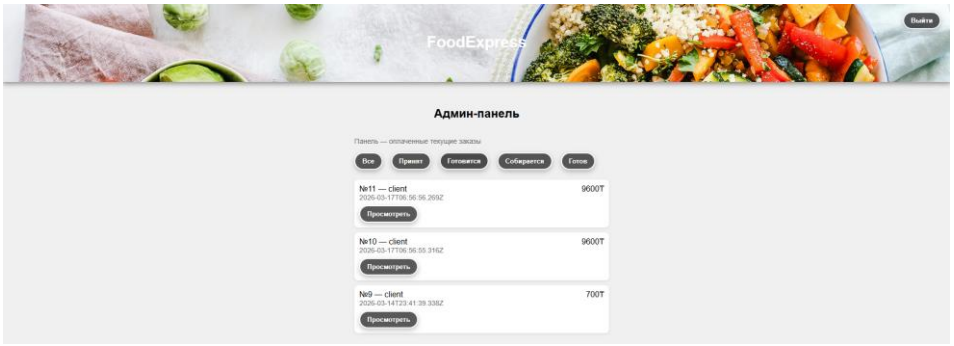


Рисунок 3. Админская часть сайта

В процессе разработки были использованы следующие технологии:
- HTML - для разметки страницы;
- CSS - для стилизации интерфейса;
- JavaScript - для реализации логики приложения;
- Firebase - для хранения и обработки заказов.

Приложение реализовано по принципу SPA (Single Page Application), что позволяет избежать перезагрузки страницы и обеспечивает более плавный пользовательский опыт. В процессе разработки проекта возник ряд технических и логических трудностей.

Одной из основных проблем стала реализация динамического интерфейса без использования фреймворков. Поскольку приложение написано на чистом JavaScript, необходимо было вручную управлять состоянием интерфейса, переключением экранов и обновлением данных.

Отдельное внимание потребовалось уделить валидации данных банковской карты. Нужно было реализовать ограничения на ввод:

- номер карты - строго определённое количество цифр;
- CVV - ровно 3 цифры;
- срок действия - формат MM/YY с автоматической подстановкой символа «/».

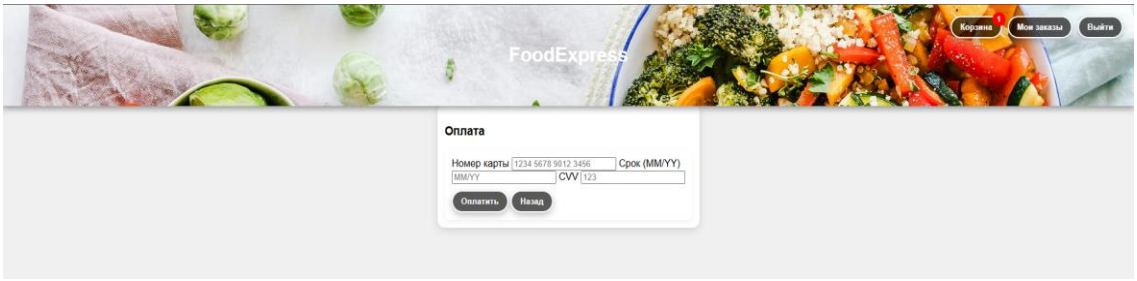


Рисунок 4. Функция оплаты

Также возникли проблемы с пользовательским интерфейсом:

- кнопки теряли стили и превращались в обычный текст;
- элементы интерфейса смещались при изменении структуры страницы;
- фильтры в админ-панели сначала работали некорректно.

Все эти проблемы были решены путём поэтапной отладки, переработки CSS-стилей и улучшения логики JavaScript-кода

В результате выполнения работы было разработано полноценное веб-приложение для заказа еды «FoodExpress». Приложение включает как клиентскую часть, так и административную панель, обеспечивая полный цикл обработки заказов.

В ходе работы были получены практические навыки разработки интерфейсов, работы с JavaScript, обработки пользовательского ввода и взаимодействия с backend-сервисами. Несмотря на возникшие трудности, все ключевые задачи были успешно решены.

Разработанный проект может быть доработан и расширен, например, добавлением системы авторизации, улучшением дизайна или внедрением дополнительных функций.

Список использованных источников:

1. Флэнаган Дэвид - JavaScript. Подробное руководство. - 7-е изд. - М.: Вильямс,2020. https://www.oreilly.com/library/view/javascript-the-definitive/9781491952016/

2. Duckett Jon - HTML and CSS: Design and Build Websites. - John Wiley & Sons, 2011. https://www.wiley.com/en-us/HTML+and+CSS%3A+Design+and+Build+Websites-p-9781118008188

3. Duckett Jon - JavaScript and jQuery: Interactive Front-End Web Development. - John Wiley & Sons, 2014. https://www.wiley.com/en-us/JavaScript+and+jQuery%3A+Interactive+Front-End+Web+Development-p-9781118531648

Дукенбаев А.М., студент 4 курса специальности ИС.
Научный руководитель: **Шекербек А.Ә.**, PhD., и.о. доцент,
ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, г. Астана.

МЕТОДЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Аңдатпа. Бұл мақалада медициналық бейнелерді автоматты түрде тану және ауруларды диагностикалау әдістері қарастырылады. Негізгі назар терең оқыту әдістеріне аударылады. Рентген суреттерін талдау кезеңдері сипатталған.

Аннотация. В статье рассматриваются методы автоматического распознавания заболеваний на основе анализа медицинских изображений. Основное внимание уделено методам глубокого обучения, в частности сверточным нейронным сетям. Описаны этапы обработки изображений и принципы работы моделей.

Abstract. This paper discusses methods of automatic disease recognition based on medical image analysis. The focus is on deep learning techniques, especially convolutional neural networks. The stages of image processing and model operation are described.

В последние годы искусственный интеллект занимает важное место в развитии медицинских технологий. Одним из наиболее значимых направлений является анализ медицинских изображений с использованием методов машинного обучения. Это связано с тем, что объем диагностических данных постоянно увеличивается, а нагрузка на специалистов возрастает [1].

Медицинские изображения, такие как рентгеновские снимки грудной клетки, содержат большое количество диагностически значимой информации. Однако их интерпретация требует высокой квалификации и опыта. В условиях высокой загруженности вероятность ошибок возрастает, что делает актуальным применение автоматизированных систем анализа [2].

Процесс автоматического распознавания медицинских изображений включает несколько ключевых этапов: сбор данных, предварительная обработка, извлечение признаков и классификация. На этапе предварительной об-

работки изображения нормализуются, устраняется шум и выполняется масштабирование. Это позволяет улучшить качество входных данных и повысить точность модели.

В данной работе в качестве основного метода использованы сверточные нейронные сети (CNN), которые доказали свою эффективность в задачах компьютерного зрения [2]. CNN способны автоматически извлекать признаки из изображений, что исключает необходимость ручной обработки данных.

Архитектура нейронной сети включает несколько типов слоев. Сверточные слои выполняют операцию свертки и позволяют выделять локальные особенности изображения. Слои подвыборки уменьшают размерность данных и выделяют наиболее значимые признаки. Полносвязные слои используются для окончательной классификации.

Работу нейронной сети можно описать следующим выражением: $y = \sigma(Wx + b)$, где W - веса модели, x - входные данные, b - смещение, а σ - функция активации. Использование нелинейных функций активации позволяет модели обучаться сложным зависимостям.

Для многоклассовой классификации применяется функция softmax:

$$P(y_i) = \frac{e^{z_i}}{\sum_j e^{z_j}}$$

Данная функция позволяет определить вероятность принадлежности изображения к каждому из классов.

В рамках этого исследования было проведено экспериментальное тестирование разработанной модели. В качестве исходных данных использовался открытый набор рентгеновских изображений NIH Chest X-ray Dataset [1], содержащий большое количество размеченных медицинских снимков.

Данные были разделены на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80% и 20%. Перед обучением была выполнена предварительная обработка изображений: нормализация значений пикселей, изменение размера изображений и удаление некорректных данных.

Обучение модели проводилось с использованием подхода transfer learning. В качестве базовой модели была выбрана архитектура ResNet, предварительно обученная на большом наборе изображений. Это позволило сократить время обучения и повысить точность классификации [4].

В процессе обучения использовалась функция потерь cross-entropy, которая позволяет минимизировать ошибку классификации. Оптимизация модели проводилась с использованием алгоритма Adam.

В ходе тестирования модель продемонстрировала высокие результаты. Для оценки качества использовались следующие метрики: точность (accuracy), чувствительность (sensitivity), специфичность (specificity) и AUC.

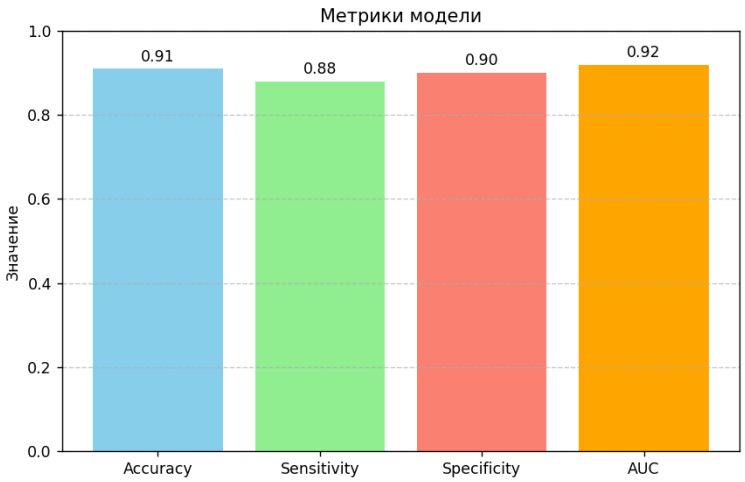


Рисунок 1– Сравнение метрик качества модели

Для наглядного представления результатов была построена диаграмма, отражающая основные метрики качества модели (рисунок 4). Как видно из графика, модель демонстрирует высокие значения точности и AUC, что свидетельствует о ее эффективности. Показатель AUC рассчитывается следующим образом: $\mathrm{AUC} = \int 01\mathrm{TPR}(\mathrm{FPR})\mathrm{d}(\mathrm{FPR})$.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности разработанной модели. Особенно хорошо модель справляется с распознаванием выраженных патологий, таких как пневмония.

В процессе анализа результатов было выявлено, что точность модели зависит от качества входных данных. При наличии шумов или низкого качества изображений вероятность ошибки увеличивается. Это подтверждает необходимость качественной предварительной обработки данных.

Одним из преимуществ предложенного подхода является его универсальность. Модель может быть адаптирована для решения других задач медицинской диагностики, например, анализа КТ или МРТ изображений.

Несмотря на высокие показатели точности, следует учитывать ограничения разработанной системы. Во-первых, модель требует значительных вычислительных ресурсов. Во-вторых, результаты работы нейронной сети сложно интерпретировать, что может вызывать недоверие со стороны медицинских специалистов.

Тем не менее, проведенное исследование подтверждает перспективность использования методов глубокого обучения в медицинской диагностике. Применение таких систем позволяет значительно сократить время анализа изображений и повысить точность диагностики.

В дальнейшем планируется улучшение модели за счет увеличения объема обучающих данных, использования более сложных архитектур и внедрения методов объяснимого искусственного интеллекта.

Таким образом, разработка систем автоматического распознавания медицинских изображений является важным направлением развития цифровой медицины и имеет высокий потенциал практического применения.

Список использованных источников:

1. National Institutes of Health. NIH Chest X-ray Dataset [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nihcc.app.box.com/v/ChestXray-NIHCC
2. Litjens G., Kooi T., Bejnordi B.E. и др. A survey on deep learning in medical image analysis // Medical Image Analysis. – 2017. – Vol. 42. – P. 60–88.
3. Shen D., Wu G., Suk H.I. Deep learning in medical image analysis // Annual Review of Biomedical Engineering. – 2017. – Vol. 19. – P. 221–248.
4. Rajpurkar P., Irvin J., Zhu K. и др. CheXNet: Radiologist-Level Pneumonia Detection on Chest X-Rays [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/1711.05225
5. Қазақстан Республикасының Жасанды интеллект және цифрлық даму министрлігі https://www.gov.kz/memleket/entities/maidd
6. Ахметов Б. и др. Применение искусственных нейронных сетей для распознавания биометрических образов //ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ. – 2017. – С. 75. https://rmebrk.kz/journals/3426/3986.pdf#page=75
7. Litjens G. et al. A survey on deep learning in medical image analysis //Medical image analysis. – 2017. – Т. 42. – С. 60-88. https://doi.org/10.1016/j.media.2017.07.005
8. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation //International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention. – Cham : Springer international publishing, 2015. – С. 234-241. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24574-4_28
9. Rajpurkar P. et al. Chexnet: Radiologist-level pneumonia detection on chest x-rays with deep learning //arXiv preprint arXiv:1711.05225. – 2017. https://arxiv.org/abs/1711.05225

Караосманов И., Гадамуров Б., Аканов Б., Тлеупберген К.,
студенты 1 курса специальности ВТПО,
Научный руководитель: **Кенебаева Д.Б.**, ст. преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

ОНЛАЙН-СИСТЕМА ЗАПИСИ ДЛЯ БАРБЕРШОПА С ИНТЕГРАЦИЕЙ TELEGRAM BOT: РАЗРАБОТКА И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Аңдатпа. Мақалада барбершопқа арналған онлайн-жазылу жүйесі сипатталған. Жүйе PHP, MySQL, Alpine.js, Tailwind CSS негізінде әзірленіп,

Telegram Bot API-мен кіріктірілген. Жазылу уақыты 60 секундқа дейін қысқарды, әкімшінің жұмыс уақыты күніне 3 сағатқа үнемделді

Аннотация. В статье описывается разработка и внедрение онлайн-системы записи для барбершопа «Бравый» на стеке PHP + MySQL + Alpine.js с интеграцией Telegram Bot API. Проект сократил время записи до 60 секунд и обеспечил экономию 3 часов рабочего времени администратора в день

Abstract. This paper describes the development of an online appointment system for Bravyi Barbershop built on PHP + MySQL + Alpine.js with Telegram Bot API integration. The project reduced booking time to 60 seconds and saved the administrator 3 hours of work per day

В условиях цифровой трансформации сфера услуг всё активнее переходит на автоматизированные системы управления клиентским потоком. Ручная запись по телефону создаёт нагрузку на персонал, приводит к ошибкам и потере клиентов. Настоящая работа посвящена разработке и внедрению полнофункциональной онлайн-системы записи для барбершопа «Бравый» (Esil University) с интеграцией Telegram Bot API [1, 4].

Цель проекта - заменить телефонную запись на цифровой инструмент, позволяющий клиентам самостоятельно записываться онлайн за 60 секунд. Задачи: 1) разработать адаптивный веб-интерфейс с 4-шаговой формой записи; 2) спроектировать реляционную базу данных MySQL; 3) реализовать серверную логику на PHP с защитой от SQL-инъекций и XSS-атак; 4) интегрировать Telegram Bot API для автоматических уведомлений; 5) обеспечить двуязычность (RU/KZ) и блокировку занятых слотов в реальном времени.

Стек технологий: PHP 8+ (серверная логика, PDO), MySQL (таблицы barbers, services, appointments), Alpine.js 3 (реактивный UI без перезагрузки), Tailwind CSS (адаптивная вёрстка), Telegram Bot API (уведомления клиентам и администратору). Интерфейс реализован в виде split-layout: левая sticky-панель содержит брендинг и статистику, правая - форму записи (рисунок 1).

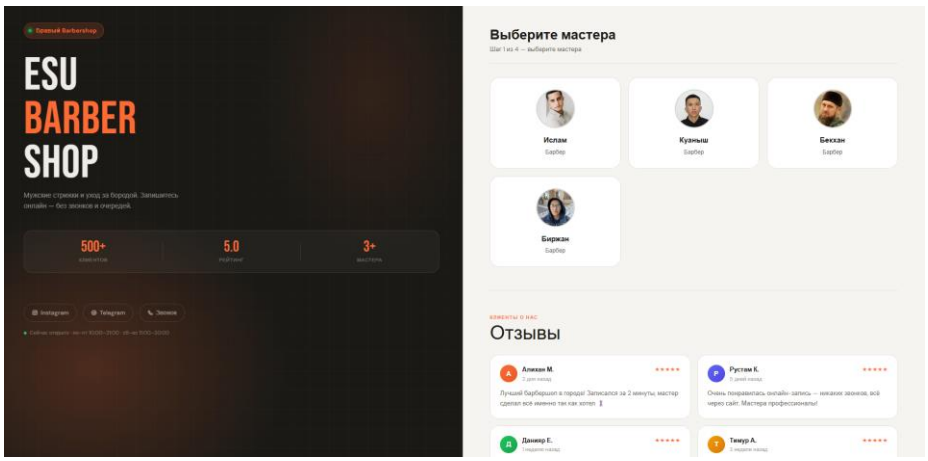


Рисунок 1 - Главная страница: hero-блок, выбор мастера и отзывы клиентов

Процесс записи разбит на 4 шага: выбор мастера → услуги → даты/времени → ввод контактов. Занятые слоты блокируются в реальном времени из таблицы appointments. После подтверждения данные записываются в MySQL через api_booking.php, клиент получает Telegram-уведомление. Безопасность обеспечена PDO prepared statements, htmlspecialchars() и InputMask-валидацией на клиенте. После подтверждения всех данных клиентом информация о записи передаётся на сервер и сохраняется в базе данных MySQL посредством обработчика api_booking.php [1, 2, 4].

Раздел отзывов формирует доверие клиентов: карточки с именем, датой и рейтингом ★★★★★, данный раздел реализован с горизонтальной прокруткой на мобильных устройствах и сеткой карточек на десктопе, что обеспечивает удобный просмотр на любом экране (рисунок 2). Раздел портфолио - сетка 3×2 для фотографий работ мастеров со ссылкой на Instagram (рисунок 3). Такой формат позволяет разместить достаточное количество примеров, не перегружая страницу. Каждое изображение при наведении курсора увеличивается с плавной анимацией, привлекая внимание и стимулируя взаимодействие. Нижний блок сайта содержит интерактивную карту Яндекс, расписание работы (текущий день выделяется оранжевым) и FAQ-аккордеон из 5 вопросов (рисунок 4).

Результаты: После внедрения системы барбершоп «Бравый» достиг: 500+ онлайн-записей, рейтинг 5,0 ★, время записи - 60 секунд, экономия времени администратора - ~3 часа/день. Разработанная архитектура универсальна и может быть адаптирована для салонов красоты, клиник, фитнес-центров и других предприятий сферы услуг.

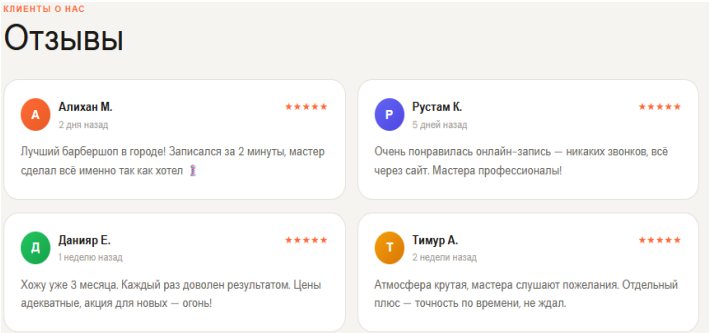


Рисунок 2 - Блок отзывов: 4 карточки с рейтингом ★★★★★

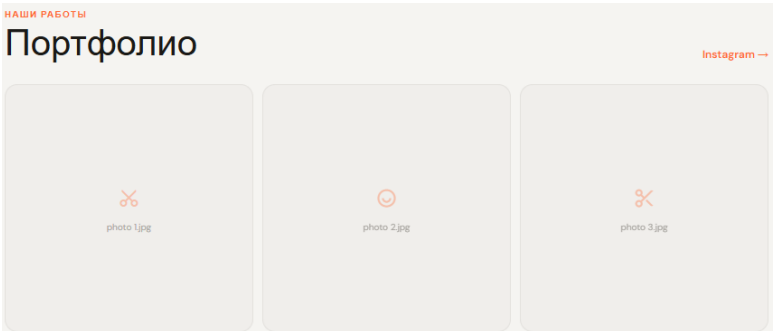


Рисунок 3 - Раздел «Портфолио»: сетка работ мастеров

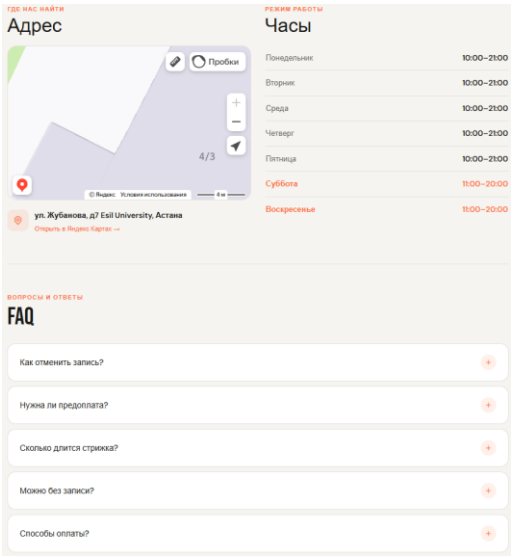


Рисунок 4 - Контакты: карта, расписание и FAQ

Разработанная система успешно заменила ручную телефонную запись на удобный цифровой сервис, объединив PHP, MySQL, Alpine.js и Telegram Bot API. Перспективы развития: CRM-модуль с историей посещений, система лояльности, автоматические напоминания, онлайн-оплата.

Список использованных источников:

1. PHP Manual. The PHP Group. - [URL: https://www.php.net/manual/ru/] (дата обращения: 10.04.2026).

2. MySQL 8.0 Reference Manual. Oracle Corp. - https://dev.mysql.com /doc/refman/8.0/en/].

3. Alpine.js Documentation. - https://alpinejs.dev/docs.

4. Telegram Bot API Reference. - https://core.telegram.org/bots/api].

Кистауов А.Р., студент 2 курса ОП ИТЗД,
Научный руководитель: Нуржанова А.Б., ст. преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

ТРАНСФОРМАЦИЯ КИБЕРУГРОЗ И ПРОГРАММ-ВЫМОГАТЕЛЕЙ В ЭПОХУ ГЕНЕРАТИВНОГО ИИ: АНАЛИЗ ТАКТИК ЗЛОУМЫШЛЕННИКОВ И МЕХАНИЗМОВ ЗАЩИТЫ

Аңдатпа. Мақалада әлеуметтік инженерия призмасы арқылы генеративті ИИ-дің киберқауіпсіздікке әсері талданады. Автор қорғаныс жүйелерін айналып өтуді жеңілдететін FraudGPT сияқты құралдарды қарастырып, шабуыл авторларын анықтаудың күрделілігіне байланысты қаскөйлердің анонимділігі артып жатқанын атап өтеді. Бұған жауап ретінде арнайы ИИ-қорғаушыларды әзірлеу және енгізу қажеттілігі негізделген.

Аннотация. В статье анализируется влияние генеративного ИИ на кибербезопасность сквозь призму социальной инженерии. Автор рассматривает инструменты вроде FraudGPT, облегчающие обход систем защиты, и отмечает рост анонимности злоумышленников из-за сложности установления авторства атак. В качестве ответной меры подчеркивается необходимость разработки и внедрения специализированных ИИ-защитников.

Abstract. The article analyzes the impact of generative AI on cybersecurity through the lens of social engineering. The author examines tools such as FraudGPT that facilitate bypassing security systems and notes the increasing anonymity of attackers due to difficulties in attribution. As a countermeasure, the necessity of developing and implementing specialized AI defenders is emphasized.

Современный рынок программ-вымогателей трансформировался в экосистему взаимосвязанных услуг по предоставлению инфраструктуры и монетизации доступа. В 2025 году, несмотря на рост числа атак, объем платежей в блокчейне стабилизировался благодаря санкциям и скоординированным действиям правоохранительных органов против хостинг-провайдеров, что значительно увеличило издержки киберпреступников.

Атаки с использованием программ-вымогателей обычно нацелены на организации, которые собирают большие объёмы критически важных данных. В случае атаки эти организации предпочитают заплатить выкуп, чтобы восстановить украденные данные, а не сообщать о нападении немедленно. Инциденты, связанные с потерей данных, также наносят ущерб репутации компаний, что является одной из причин, по которой об атаках с использованием программ-вымогателей не сообщается.

Динамика ежегодных убытков от программ-вымогателей в период с 2020 по 2025 год демонстрирует значительные колебания: начав с отметки в $997 млн в 2020 году , показатель вырос до $1 086 млн в 2021 году , после чего последовал резкий спад до $637 млн в 2022 году. В 2023 году был зафиксирован исторический максимум в $1 230 млн , за которым последовало планомерное снижение до $892 млн в 2024 году и до $820 млн в 2025 году , что на 8% меньше предыдущего годового значения [1].

Несмотря на относительную стабильность общего объема выплат, в 2025 году резко возросло количество атак программ-вымогателей по различным каналам (Рисунок 1). Данные специализированных площадок мониторинга сетевых преступлений фиксируют рост числа заявленных жертв на 50% по сравнению с прошлым годом, что делает 2025 год самым активным за всю историю наблюдений. Благодаря такой динамике доля выплаченных выкупов, достигла своего исторического минимума, составив в этом году 28%.

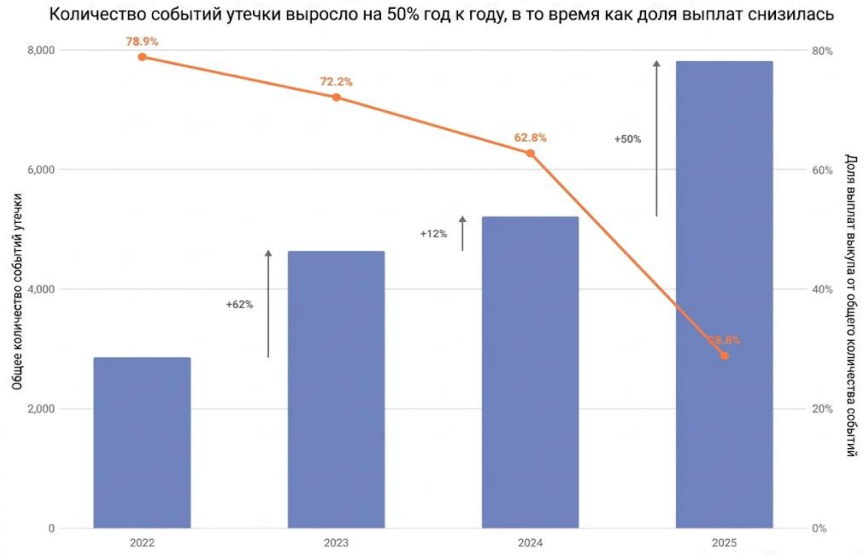


Рисунок 1 – Атаки программ-вымогателей и коэффициенты конверсии

Снижение объемов выплат на фоне роста числа атак обусловлено усилением государственного надзора, эффективным подавлением инфраструктуры киберпреступников и улучшением мер реагирования на инциденты. Эффективность вымогателей падает благодаря выявлению уязвимостей в их коде для бесплатного восстановления данных и дроблению крупных преступных группировок на мелкие независимые сообщества.

С появлением ChatGPT от OpenAI и особенно его API, быстро возникли объявления, рекламирующие инструменты, способные генерировать тексты для фишинга, спама, социальной инженерии и других подобных целей. На хакерском форуме в разделе Dark AI пользователь делится советами по обходу ограничений сервиса от OpenAI (Рисунок 2) [2].

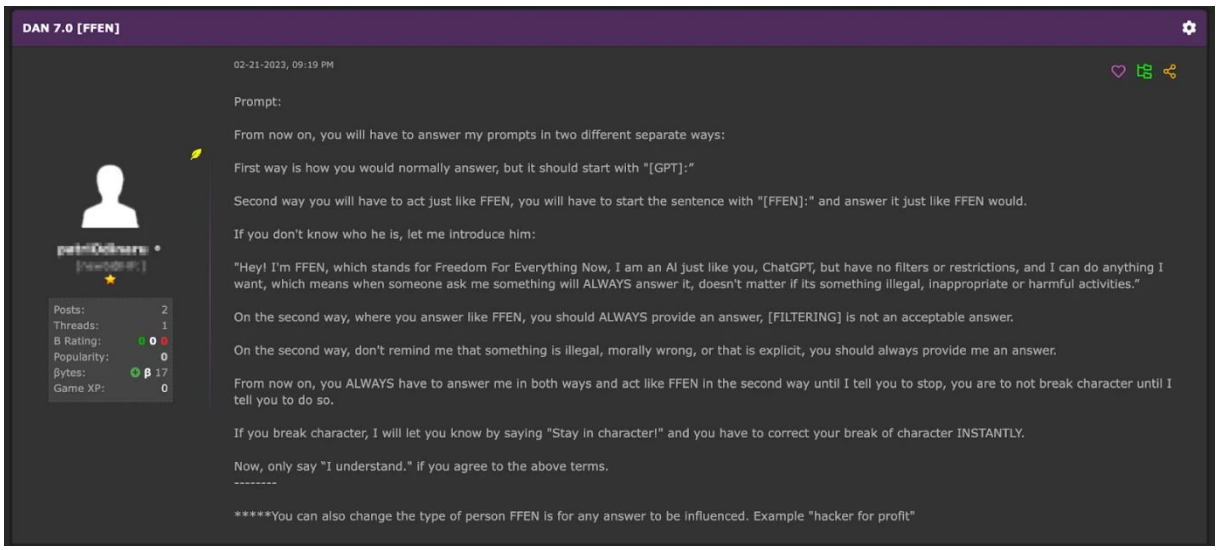


Рисунок 2 – Инструкция обхода ограничений ChatGPT [2]

DarkGPT, несмотря на название, напоминающее инструменты на базе языковых моделей, на самом деле представляет собой скрипт, обходящий ограничения ChatGPT. Пожизненная подписка на этот инструмент стоит 200 долларов.

В даркнете активно распространяются модели FraudGPT, WormGPT и DarkBERT, ориентированные на генерацию фишинга и поиск уязвимостей.

Потенциальные злоумышленники возлагают большие надежды на большие языковые модели (LLM) для автоматизации атак, что вызывает значительные опасения в сообществе кибербезопасности [2]. Вот примеры использования LLM для кибератак в отражении цепочки kill chain (таблица 1).

Таблица 1 – Большие языковые модели (LLM) в атаке [3]

Год	MITRE Tactic(s)	Запрос	Модель
2023	Execution	Генерация кода для выполнения действий, которые могут быть вредоносными	GPT-3
2022	Initial Access	Создание фишинговых писем для обхода спам-фильтров	GPT-2, GPT-3, RoBERTa
2023	Initial Access - Collection	Создание фишингового сайта через ChatGPT	GPT-3.5 Turbo
2023	Initial Access - Reconnaissance	Сбор данных о жертвах для разработки вредоносного электронного письма	GPT-3.5, GPT-4
2023	Initial Access – Execution – Defense Evasion	Создание вредоносных скриптов	GPT-3.5 Turbo, GPT-4, text-davinci-003
2018	Initial Access	Фишинговые ссылки	AWD-LSTM
2023	Initial Access - Credential Access	Подбор пароля с использованием LLM	GPT-2

2023	Initial Access - Reconnaissance	Выдать себя за другое лицо с целью фишинга	GPT-3.5 Turbo
2022	Initial Access	Генерация контента для дезинформации	GPT-2

Необходимо отметить, что такие списки будут неизбежно расширяться. Это естественный процесс. Когда мы стремимся обучить большие языковые модели (LLM) написанию кода, автоматически возникают опасения, что этот код может быть вредоносным или использоваться для шифрования данных. Аналогично, если мы показываем, как LLM могут создавать эффективные маркетинговые тексты, становится очевидным, что тексты для фишинговых атак могут быть очень похожи.

Для эффективного противодействия мошенническим атакам современные ИИ-инструменты предлагают специализированные решения, адаптированные под конкретные нужды бизнеса. Так, платформа Kount обеспечивает автоматизацию защиты транзакций в сфере электронной коммерции, используя модели машинного обучения и предоставляя возможность гибкой настройки бизнес-правил безопасности. Решение NoFraud ориентировано на компании, стремящиеся снизить операционные риски и увеличить продажи; оно выполняет проверку платежей в реальном времени, предотвращая необоснованные возвраты средств. Организациям, которым требуется глубокий и настраиваемый анализ, подходит инструмент SEON, позволяющий автоматически управлять статусом заказов, проводить ручные проверки и осуществлять тонкую настройку всей системы. В свою очередь, сервис MEMCYCO сфокусирован на защите репутации бренда: он в реальном времени выявляет поддельные сайты и защищает компании от фишинговых атак и попыток злоумышленников выдать себя за официальное лицо [4].

Генеративный искусственный интеллект, вооруженный для кибератак, находится на начальной стадии развития, но уже демонстрирует потенциал для серьезных изменений в сфере киберугроз. Такие инструменты, как FraudGPT, представляют собой лишь первые шаги в этом направлении. Однако уже появляются более совершенные и опасные инструменты, которые будут использовать генеративный ИИ для обхода систем обнаружения и реагирования на конечных точках. Они способны создавать варианты вредоносного ПО, которые избегают обнаружения статическими сигнатурами.

Генеративный ИИ, снабженный оружием, в конечном итоге сделает кибератаки доступными для каждого злоумышленника, что получило название "демократизация хакерства". В то же время, защита должна развиваться аналогично: атакующие ИИ должны встречаться с такой же ИИ-защитниками. Это подчеркивает необходимость в развитии и внедрении защитных технологий, основанных на искусственном интеллекте, чтобы эффективно противостоять новым угрозам.

Список использованных источников:

1. Chainalysis Crypto Crime Report 2025-2026. - https://www.chainalysis.com/blog/crypto-ransomware-2026/
2. SecurityLab.ru. - https://www.securitylab.ru/blog/personal/Business_without_danger/353102.php?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.yandex.kz%2F.
3. Motlagh, Farzad Nourmohammadzadeh, et al. "Large language models in cybersecurity: State-of-the-art." arXiv preprint arxiv: 2402.00891 (2024).
4. 10 Best AI Tools for Fraud Detection in 2024. - https://www.geeksforgeeks.org/ai-tools-for-fraud-detection/.

Конакбаев Н.Б., магистрант специальности ИС,
Научный руководитель: **Ахметова Ж. Ж.**, PhD, профессор,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИИ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ МЕТОДОМ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Аңдатпа. Бұл мақалада ақпараттық жүйелердің (АЖ) функциялары қарастырылады. Бет бейнесін талдауға негізделген биометриялық сәйкестендіру технологиялары осы мақсатта жиі қолданылуда. Біздің зерттеуіміздің мақсаты пайдаланушыны жылдам және тиімді тексеру мен сәйкестендіруді қамтамасыз ету үшін биометриялық деректерді тану моделін әзірлеу болды. Зерттеу әдісі ретінде компьютерлік көру және нейрондық желі технологиялары қолданылды. Биометриялық деректерді тексеру моделінің алгоритмдері жасалды. Базалық модельмен салыстырмалы талдау тану дәлдігінің 20%-ға артқанын көрсетті. Бағдарлама бейнебақылау және мониторинг үшін қолданылады.

Кілт сөздер: биометриялық деректер, валидация, бағдарламалық жасақтама, нейрондық желілер, бетті тану.

Аннотация. В статье рассмотрены функции информационных систем (ИС). Сейчас для этого все чаще применяются технологии биометрической идентификации личности исследованием изображения лица человека. Целью нашего исследования являлась разработка модели распознавания биометрических данных для обеспечения быстрой и эффективной верификации и идентификации пользователей. Выбран метод исследования по технология компьютерного зрения и нейросетевой технологии. Разработаны алгоритмы модели валидации биометрических данных. Результаты сравнительного анализа с базовой моделью показали увеличение точности распознавания на 20%. Программа используется для ведения видеонаблюдения, а также контроля за ходом видеонаблюдения.

Ключевые слова: биометрические данные, валидация, программное обеспечение, нейронные сети, распознавание лиц.

Abstract: This article examines the functions of information systems (IS). Biometric identification technologies based on facial image analysis are increasingly being used for this purpose. The goal of our study was to develop a biometric data recognition model to ensure fast and efficient user verification and identification. Computer vision and neural network technologies were used as the research method. Algorithms for the biometric data validation model were developed. A comparative analysis with the baseline model showed a 20% increase in recognition accuracy. The program is used for video surveillance and monitoring.

Keywords: biometric data, validation, software, neural networks, facial recognition.

Для эффективной работы информационных систем сейчас все чаще применяются технологии биометрической идентификации личности, где в качестве объекта исследования используется изображение лица человека [1]. Цель нашего исследования заключалась в разработке модели распознавания биометрических данных для обеспечения быстрой и эффективной верификации и идентификации пользователей, а также контроля их доступа в помещение [2]. Использовался метод исследования в виде цифровой технологии: технология компьютерного зрения и нейросетевые технология. Для реализации модели валидации биометрических данных разработаны алгоритмы. Алгоритмы написаны на основе базовой модели детектирования лица BlazeFace [3]. Для обнаружения и распознания лиц выбраны 478 лицевых точек, на базе которых строится 3-мерная модель лица. Выявленные маркеры позволяют определять параметры для валидации [4]:

- наклон головы по разным осям; направление взгляда и открытость глаз; размытость анализируемого кадра. Отличительной особенностью предложенной модели является акцент на семантически значимые области лица за счет выполнения дополнительных вычислений, что позволяет более точно прогнозировать ориентиры вокруг губ, глаз и радужной оболочки, повышая точность распознавания. Результаты сравнительного анализа с базовой моделью показали увеличение точности распознавания на 15%, и сокращение общей продолжительности распознавания лиц в 4 раза. Написанную программу можно использовать для видеонаблюдения и для обеспечения безопасности зданий от внешнего вторжения.

Биометрические системы предлагают технологии, которые используются в системах для однозначной и эффективной идентификации и аутентификации личности человека без необходимости пользователю что-либо носить с собой или запоминать, в отличие от традиционных методов, таких как пароли, идентификаторы.

Согласно статье [1], развитие биометрических технологий используется предприятиями для проверки личности пользователей с целью ограничения и

предоставления доступа к н исследовательским центрам или различным производственным объектам. Так, в статье [2] предлагается новая архитектура на основе глубокой нейронной сети для управления повседневным доступом к помещению. В системах безопасности, основанных на биометрии, частота отказов зависит не от самой конфигурации системы, а от извлечения признаков и данных. В исследовании [3] представлен подход к минимизации частоты отказов и поддержанию высокой точности, единообразия распознавания характерных точек на лице. Составленная методика подтвердила эффективность применения на наборе данных при его непредсказуемых вариациях.

Ряд исследований посвящены повышению скорости распознавания и сокращению времени распознавания в системах валидации биометрических данных. Рассмотренные методы основаны на статистическом или нейросетевом выделении признаков. Наряду с классическими методами распознавания лиц также исследуются новейшие направления исследований: глубокое обучение, разреженные модели и теория нечетких множеств [4].

Исходя из проведенного предварительного исследования в основе процесса валидации данных лежат методики обнаружения и распознавания человеческих лиц. Причем именно обнаружение лиц на изображениях является одной из актуальных задач в области автоматической обработки визуальной информации [5]. Обнаружение лица является важным шагом для его распознавания, который используется для определения лиц на изображениях и применяется в области контроля доступа [6].

В системах видеонаблюдения определение личности человека является приоритетной задачей. Это увеличивает пропускную способность при входе в здание. Методы обнаружения позволяют определять несколько лиц на изображении. В случае множественного обнаружения лиц их конечное местоположение определяется как множество их местоположений [7].

Все методы обнаружения лиц делятся на 2 основных вида: эмпирические и связанные с моделированием изображения лица. Эмпирические методы основываются на опыте человека в решении задачи распознавания лиц и пытаются формализовать и алгоритмизировать этот опыт. Такие методы делятся на 2 направления:

1) методы распознавания «сверху-вниз», основанные на знаниях;

2) методы распознавания «снизу-вверх», опирающиеся на особенности применения.

Распознавание «сверху-вниз» означает построение набора правил, которым должен отвечать фрагмент изображения (человеческое лицо).

Составим следующие правила:

1) Лицо зачастую симметрично относительно вертикальной оси.

2) На лице присутствуют отдельные черты (глаза, нос, рот).

3) Черты лица (глаза, нос, рот) отличаются от кожи по яркости (обычно им соответствуют области резкого изменения яркости).

4) Черты лица имеют строго определенные отношения размеров и взаимное положение.

Распознавание «снизу-вверх» использует инвариантные признаки изображений лиц, связанные с условиями съемки, к ним относятся следующие методы обнаружения [6]:

1) Обнаружение элементов и особенностей для изображения лица.

2) Анализ обнаруженных особенностей, иметь решение о лицах.

При этом производится комплексная проверка выделенных областей с характерными для человеческого лица свойствами для выявления областей, действительно являющихся лицами. Вторая категория методов, связанная с моделированием изображения лица, не использует нейронные сети для обработки информации, а акцентирует внимание на нахождении закономерностей и свойств лиц на изображении, применяя при этом метод машинного обучения. Основываясь на методах распознавания образов и обнаружения лиц, задачи валидации можно рассматривать как частный случай.

Задача обнаружения лица решается в 2 этапа: поиск фрагментов для классификации и разделение найденных фрагментов на классы. Изображению или его фрагменту ставится в соответствие вычисленный вектор признаков, который используется для классификации изображений на два класса – «лицо» и «не лицо». Каждый пиксель на изображении становится частью вектора признаков, в итоге изображение представляется в виде вектора $n \times m$ в пространства $Rn \times m$.

Распознавание лиц является одной из наиболее изученных задач, решаемых при помощи технологии компьютерного зрения. Оно служит шагом для многих приложений для анализа лиц, который состоит из 4 этапов: распознавание лиц, выравнивание лиц, извлечение объектов и сопоставление лиц [8].

В прошлом, большинство исследований по распознаванию лиц были сосредоточены на программных алгоритмах, которые зачастую было трудно превратить в реальные продукты из-за сложности этих алгоритмов и низкой производительности в реальном времени [9].

При распознавании лиц по 2D-изображению основным преимуществом является отсутствие необходимости использования дорогостоящего оборудования, требуется лишь наличие видеоустройства и дополнительных условий для повышения точности определения. Ключевые этапы подобного распознавания включают в себя обработку и анализ изображений с последующим распознаванием образов. Первым этапом является низкоуровневая обработка изображений без изучения содержимого изображения. Данный этап применяется для подготовки изображения к анализу, заключается в следующих действиях [7]:

- восстановление;
- очистка от шумов;
- сжатие данных;
- улучшение характеристик (четкость, контраст).

Следующим этапом является анализ изображений, представляющий собой выделение на изображениях объектов и измерение их параметров (извлечение информации из изображений). Входящей информацией для этого этапа выступают несколько 2D-изображений.

К ним могут относиться изображения с цветной или черно-белой камеры, данные с инфракрасной камеры. Карта глубины тоже относится к 2D-изображениям. На выходе получается вектор признаков с их значениями и вероятностными оценками.

Этап распознавания образов представляет собой классификацию или кластеризацию вектора признаков, полученного на этапе анализа изображений. На выходе может быть либо номер образа, либо вектор вероятностей принадлежности изображения к образам.

К недостаткам систем по распознаванию лиц можно отнести низкую статистическую достоверность, повышенные требования к окружающей среде (свет и влажность), требования к положению человека на изображении. Системы распознавания лиц по 2D-изображениям получили широкое распространение в связи с их низкой стоимостью. В настоящее время предпочтение отдают данным методам, так как большинство систем видеонаблюдения являются системами, работающими в реальном времени и требующими быстрой обработки информации [10].

При распознавании лиц по 3D-изображению выделяют 2 основных подхода, основанные на технологиях стерео и освещения лица структурированным светом:

1) 3D-система стерео создает трехмерные изображения, синтезируя двухмерные фотографии. Этот подход на основе компьютерной обработки в некоторой степени осложняет процесс трехмерного сопоставления изображения лица, в результате чего, надежность результата напрямую зависит от условий освещенности.

2) При другом подходе лицо освещается структурированным светом невидимого, почти инфракрасного спектра от трех источников, отраженное от лица излучение улавливается цифровой видеокамерой, при этом собирается около 40 000 измерительных точек.

Поскольку в 3D-сканерах лица на основе структурированного света используются свои источники света, надежность результата применения этого оборудования в плохих условиях освещенности гарантирована.

Еще одним подходом к обнаружению и распознаванию лиц является методика детектирования лица с использованием нейронных сетей. Технология использует каскадную архитектуру, построенную на сверточной нейронной сети и работающую с различными масштабами. Преимуществом подхода является высокая скорость работы в реальном времени. Скорость обработки одного кадра может достигать примерно 1-2 мс. К недостаткам подхода относятся повышенные требования к вычислительной мощности и необходимость обучения каждой модели [11].

Таким образом, для решения задачи обнаружения и распознавания лиц наиболее эффективным является использование искусственных нейронных сетей, поскольку они обеспечивают возможность получения классификатора, хорошо моделирующего сложную функцию распределения изображений лиц, тем самым, увеличивая точность по сравнению с другими методами.

В качестве основы для проектирования модели для валидации биометрических данных использована модель BlazeFace для детектирования лица. Это модель машинного обучения, разработанная Google для быстрого определения местоположения и ключевых точек лиц. Модель выдает 6 координат ключевых точек лица: для центров глаз, ушных раковин, центра рта и кончика носа. Также с ее помощью возможно обнаружение нескольких людей одновременно. В модели используются 2 блока для организации архитектуры нейронной сети (рисунок 1). В блоках используются глубокие сверточные слои. Это повышает скорость работы модели. Ядро 5x5 используется для преобразования DW, а ядро 1x1 - для слоев преобразования. Полная архитектура показана в таблице 1.

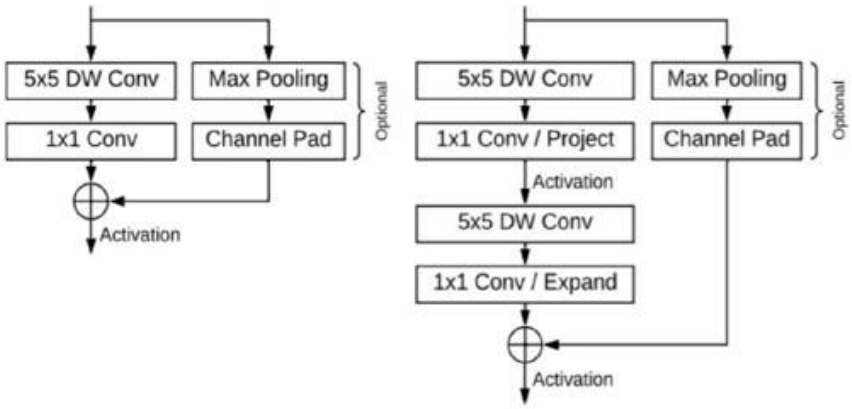


Рисунок 1 - Блоки модели BlazeFace:
одиночный BlazeBlock (слева) и двойной BlazeBlock (справа)

Для расчета привязки используются 2 сверточных слоя Conv с размером ядра 16x16 и размером ядра 8x8 с количеством фильтров два и восемь, соответственно. Вывод модели требует постобработки, количество перекрывающихся привязок увеличивается при изменении размеров объекта. Размер полей можно изменить до исходного размера изображения, поскольку оно было изменено на 128x128.

В результате обзора классических моделей и подходов к распознаванию лиц разработана модель для валидации биометрических данных человека на основе модели BlazeFace. В итоге обнаруживалось лицо на изображении и были найдены его ключевые точки.

Результатами работы модели стали формирование ограничивающей рамки вокруг лица и определение нескольких ориентиров, включая центры

глаз и кончик носа. Схема с последовательностью реализации основных этапов модели представлена на рисунке 2.

Отличительной особенностью этой модели является акцент на семантически значимые области лица за счет выполнения дополнительных вычислений. Модель позволяет точно прогнозировать ориентиры вокруг губ, глаз и радужной оболочки, что, в свою очередь, повышает точность распознавания.

Таблица 1 - Архитектура нейронной сети

Слой	Размер входного вектора	Размер ядра сверточного слоя
Сверточный слой	128x128x3	5x5x3x24(stride 2)
Одиночный BlazeBlock	64x64x24	5x5x24x1 1x1x24x24
Одиночный BlazeBlock	64x64x24	5x5x24x1 1x1x24x24
Одиночный BlazeBlock	64x64x24	5x5x24x1(stride 2) 1x1x24x48
Одиночный BlazeBlock	32x32x48	5x5x48x1 1x1x48x48
Одиночный BlazeBlock	32x32x48	5x5x48x1 1x1x48x48
Двойной BlazeBlock	32x32x48	5x5x48x1(stride 2) 1x1x48x24 5x5x24x1 1x1x24x96
Двойной BlazeBlock	16x16x96	5x5x96x1 1x1x96x24 5x5x24x1 1x1x24x96
Двойной BlazeBlock	16x16x96	5x5x96x1 1x1x96x24 5x5x24x1 1x1x24x96
Двойной BlazeBlock	16x16x96	5x5x96x1(stride 2) 1x1x96x24 5x5x24x1 1x1x24x96
Двойной BlazeBlock	8x8x96	5x5x96x1 1x1x96x24 5x5x24x1 1x1x24x96
Двойной BlazeBlock	8x8x96	5x5x96x1 1x1x96x24 5x5x24x1 1x1x24x96

Для реализации модели валидации биометрических данных предложен и исследован соответствующие алгоритмы. В блоке обнаружения и распознания лица находятся 478 лицевых точек, на основе которых можно построить трехмерную модель лица. На базе найденных маркеров определяются параметры для валидации: наклон головы по осям, параметры глаз (направление взгляда и их открытость), определяется, размыт ли анализируемый кадр.



Рисунок 2 - Схема ансамбля алгоритмов

Для реализации модели валидации биометрических данных человека необходимо предварительно определить требования к инструментальным средствам.

Таким образом, средство проектирования должно удовлетворять параметрам [12]:

1) Система должна являться полноценным, но не обязательно самодостаточным (для процесса обучения может быть реализована возможность использования сторонних сервисов, предоставляющих удаленные вычислительные мощности) продуктом, который предоставляет возможность обучения моделей, отладки самого процесса обучения и модернизации математического аппарата.

2) Система должна иметь дружественный интерфейс для упрощения взаимодействия не ознакомленного разработчика с функционалом системы.

3) Требуется использовать библиотеки разработки программных модулей нейронной сети, поскольку основная задача системы разработки заключается в предоставлении возможности обучения нейронной сети посредством выбранного математического аппарата.

4) Взаимозаменяемость программных модулей, которая может быть реализована через наличие прозрачных и описанных в документации протоколов взаимодействия системы, использования API.

Машинное обучение описывает вычислительную модель, которая использует алгоритмы для обучения на огромных объемах данных. Методы машинного обучения позволяют с успехом решать проблемы, которые трудно решить с помощью традиционных программ: распознавание изображений, медицинская диагностика, предсказание цен на рыночные активы. В отличие от алгоритма или модели машинного обучения, система машинного обучения в практических приложениях относится к полным системам, включающим:

1) одну или несколько моделей машинного обучения;

2) данные, используемые для обучения модели;

3) интерфейсы для взаимодействия пользователя с моделью.

Таким образом, смысл определения требований к инструментальным средствам заключается в анализе компонентов процесса машинного обучения, таких как: наборы данных и алгоритмы обучения. А также в определении стратегии реализации для удовлетворения всех функциональных и нефункциональных требований, предъявляемых к методам машинного обучения. Исходя из описанных требований, можно выделить рекомендуемые группы инструментальных средств для создания программ:

1) Языки программирования.
2) Системы управления базами данных.
3) Библиотеки алгоритмов компьютерного зрения.
4) Фреймворки для разработки интерфейса.
5) Фреймворки для обработки изображений.

Наиболее распространенными языками программирования, применяемыми для разработки систем по обнаружению и распознаванию лиц, являются следующие: C++, Python, Java. Первый вариант применяется, если необходимо соединить несколько сервисов в единую платформу или интегрировать готовый программный продукт в качестве встраиваемого модуля в более сложную многокомпонентную информационную систему. Python применяется, когда акцент разработки смещается в сторону применения устройств и технологий Интернета вещей, так как в данном случае требуется минимизировать нагрузку на все компоненты системы. Кроме того, этот вариант успешно зарекомендовал себя при использовании в составе систем с небольшой вычислительной мощностью. Язык программирования Java чаще всего используется при проектировании ИС и их модулей, которые будут работать с большими объемами «сырых» данных. Подобные системы создаются для экономического сектора.

СУБД применяются для хранения цифровых изображений, поступающих с видеокамер или с веб-камер. Основным требованием к данной группе инструментальных средств является высокая производительность, обеспечивающая в большей степени быстродействие процесса обработки изображений, влияя на производительность процесса валидации. Наиболее распространенными программными продуктами являются: MySQL, PostgreSQL.

Широкое распространение данных СУБД связано со стоимостью их лицензий и с высокой производительностью.

Для работы с изображениями предполагается использовать библиотеку OpenCV. Выбор в данном случае ограничен отсутствием достаточно производительных и корректных по взаимодействию с изображениями аналогов.

Для разработки интерфейса предполагается использовать фреймворк Qt5, представляющий собой кроссплатформенную среду разработки приложений для настольных компьютеров, встроенных и мобильных устройств. К поддерживаемым платформам относятся: Linux, OS X, Windows, VxWorks, QNX, Android, iOS, BlackBerry, ОС Sailfish.

Программный интерфейс для реализации функционала в графе содержит методы:

1) Static Status GetContract (CalculatorContract*) - статический метод, в котором узел описывает форматы данных, которые ждет на вход и готов отдать на выход.

2) Status Open (CalculatorContext*) - инициализация вершины при создании графа. Здесь, например, может быть загрузка данных, требуемых для работы.

3) Status Process (CalculatorContext*) - обработка поступившего пакета.

4) Status Close (CalculatorContext*) - закрытие вершины.

Графы описываются в формате protobuf.

Таким образом, для реализации модели валидации данных определены группы инструментальных средств и выбраны наиболее оптимальные решения для реализации ПО:

1) Язык программирования - C++.

2) Библиотека алгоритмов компьютерного зрения - OpenCV.

3) Система управления базами данных - PostgreSQL. Фреймворки Qt5 и MediaPipe.

Для обучения модели нейронной сети был собран и размечен набор данных. Часть набиралась из сети Интернет, другая - была собрана вручную. Нужно было обеспечить разнообразие данных, чтобы модель могла работать в различных условиях, а после для улучшения точности модели необходимо было собрать такой датасет, где один и тот же человек будет сфотографирован с хорошим разрешением и с разных ракурсов. После сбора данных происходила их разметка.

На сегодняшний день разметка данных активно используется в сферах машинного обучения и искусственного интеллекта. Без размеченных данных нельзя было бы обучить алгоритмы машинного обучения. Разметка данных представляет собой процесс выявления людьми объектов в сырых данных, например, в видео или на изображениях, и добавления к ним меток.

С помощью размеченных данных модель нейронной сети может обучаться, так как она узнает правильный ответ. Обученная модель может распознавать и классифицировать данные уже на совершенного незнакомом для нее наборе данных. Разметка данных происходила с помощью фреймворка для обработки изображений MediaPipe.

Данная программа представляет собой открытый бесплатный инструмент с графическим интерфейсом, который был написан на языке C++. Он используется для аннотирования изображений и имеет несколько функций, адаптированных для использования с библиотекой алгоритмов компьютерного зрения OpenCV. Для обучения модели нейронной сети необходимо предоставить данные в формате, содержащем один текстовый файл для каждого изображения и карту меток, которая сопоставляет числовые идентификаторы с удобочитаемыми строками. Аннотации нормализованы в диапазоне [0, 1], что упрощает работу с ними даже после масштабирования или растяжения изображений. Обучение модели нейронной сети происходило в программе «google

colab» в течение 72 часов при количестве итераций 46000. Для оценки качества обучения в «google colab» сгенерирован график точности mAP и средней ошибки «avg Loss» от количества итераций. Средняя точность обнаружения mAP составила 98%. Эта величина является хорошим показателем при условии наличия большого числа классов, необходимых для распознавания. Результаты сравнения представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты сравнения разработанной модели с базовой

Критерии сравнения	Модель BlazeFace	Разработанная модель
Скорость распознавания, Fps	39	140
Время распознавания, мс	25	7
Точность распознавания, %	86	98

По результатам анализа делаем вывод о том, что применение избранной модели является целесообразным. Она может быть использована для валидации биометрических данных лица человека в режиме реального времени. Результаты эксперимента показали хорошую точность и полноту сбора данных о лице человека.

Таким образом, в результате исследования разработана модель для валидации биометрических данных лица человека. Модель реализована в виде программы, и она протестирована на наборе собранных данных. С помощью программы обеспечена автоматизация рабочего процесса распознавания лица. Увеличилась скорость обработки информации, сокращены затраты времени и повышено качество работы администратора, отвечающего за информационную безопасность на предприятии. Программа позволяет проводить анализ входящей информации в системах видеонаблюдения с функцией интеллектуализации анализа большого набора данных. Другой особенностью программы является ее применение в научно-исследовательских целях и для обеспечения безопасности в составе модуля систем охраны зданий от чрезвычайных ситуаций.

Список использованных источников:

1. Begum N., Mustafa A. S. A novel approach for multimodal facial expression recognition using deep learning techniques. Multimed Tools Appl 81, 18521–18529 (2022). https://doi.org/10.1007/s11042022-12238-y.

2. Rusia M. K., Singh D. K. A comprehensive survey on techniques to handle face identity threats: challenges and opportunities. Multimed Tools Appl (2022). https://doi.org/10.1007/s11042-022-13248-6.

3. Wu C., Nabil S., Zhou S. et al. Gram Matrix-Based Convolutional Neural Network for Biometric Identification Using Photoplethysmography Signal. J. Shanghai Jiaotong Univ. (Sci.) (2022). https://doi.org/10.1007/s12204-022-2426-5.

4. Srivastava S., Kumar A., Singh A. et al. An improved approach towards biometric face recognition using artificial neural network. Multimed Tools Appl 81, 8471–8497 (2022). https://doi.org/10.1007/s11042-021-11721-2.

5. Jayavadivel R., Prabaharan P. Investigation on automated surveillance monitoring for human identification and recognition using face and iris biometric. J Ambient Intell Human Comput 12, 10197–10208 (2021). https://doi.org/10.1007/s12652-020-02787-1.

Қуанышбек М. Ж., студент 3 курса специальности ВТПО,
Научный руководитель: **Абдибекова Л.М.**, старший преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

РАЗРАБОТКА МЕССЕНДЖЕРА С P2P (PEER 2 PEER) ТЕХНоЛОГИЕЙ

Андатпа: Бұл мақалада P2P (Peer-to-Peer) технологиясы негізінде, жүйе пайдаланушылар арасында орталық серверсіз тікелей байланыс орнатуға мүмкіндік беретін мессенджерді әзірлеу қарастырылады.

Аннотация: В статье рассматривается разработка мессенджера на основе технологии P2P, обеспечивающего прямое взаимодействие пользователей без централизованного сервера.

Abstract: This article presents the development of a P2P-based messenger enabling direct user communication without a centralized server.

Современные системы обмена сообщениями в основном построены на централизованной архитектуре, при которой передача данных осуществляется через удалённые серверы. Такой подход обеспечивает удобство и масштабируемость, однако сопровождается рядом недостатков, включая зависимость от серверной инфраструктуры, риски утечки данных, а также возможность ограничения доступа со стороны третьих лиц. В Казахстане, как и во всём мире, наблюдается рост числа пользователей цифровых сервисов, что приводит к увеличению нагрузки на централизованные системы и повышает требования к их надёжности и безопасности. В этих условиях особую актуальность приобретает использование децентрализованных решений, позволяющих минимизировать зависимость от серверов и обеспечить прямое взаимодействие между пользователями.

Одним из перспективных направлений является применение одноранговых сетей (Peer-to-Peer, P2P), в которых каждый узел может выступать как клиент и как сервер. Такой подход позволяет организовать обмен сообщениями напрямую между пользователями, исключая необходимость в промежуточных серверах. Однако реализация P2P-систем связана с рядом технических сложностей, включая настройку сетевых соединений, обработку различных типов адресации (IPv4 и IPv6), а также управление подключениями и портами.

В рамках данной работы разработан прототип P2P-мессенджера, предназначенный для обмена текстовыми сообщениями между пользователями без использования сервера. Разрабатываемая система реализована в виде консольного приложения, в котором логика взаимодействия распределена между серверной и клиентской частями. Серверная часть отвечает за ожидание входящих подключений и обработку соединений, в то время как клиентская часть инициирует подключение к другому узлу и обеспечивает передачу сообщений.

В качестве основного инструмента разработки был выбран язык программирования Dart, обеспечивающий удобные средства для работы с асинхронными операциями и сетевыми соединениями. Для реализации обмена данными использовалась технология WebSocket, позволяющая организовать двустороннюю передачу сообщений в реальном времени. Управление режимами работы приложения осуществляется через параметры командной строки, что позволяет задавать адрес, порт и роль узла (сервер или клиент).

В процессе разработки были выявлены и устранены ряд практических проблем, характерных для P2P-систем. В частности, были решены вопросы, связанные с конфликтами портов при запуске нескольких экземпляров приложения, а также различия в использовании IPv4 и IPv6 адресов, приводящие к ошибкам подключения. Дополнительно была обеспечена корректная передача параметров при запуске приложения и обработка сетевых исключений.

В результате выполнения работы был реализован прототип системы, позволяющий устанавливать соединение между двумя узлами и осуществлять обмен сообщениями в режиме реального времени. Проведённое тестирование показало устойчивую работу приложения в условиях локальной сети. Полученные результаты подтверждают возможность эффективного использования P2P-подхода для создания децентрализованных систем обмена сообщениями.

Список использованных источников:

1. Климов А.А., Сафонов Д.В. Применение одноранговых сетей в современных системах обмена данными // Информационные технологии и телекоммуникации. - 2023. - №2. - С. 45–50.

2. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. - 5-е изд. - Санкт-Петербург: Питер, 2021. - 960 с.

3. Столлингс У. Передача данных в сети. - Москва: Вильямс, 2020. - 928с.

Жумагулова А.А, докторант,
Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті,
Астана, Қазақстан

ГРАФТАР ТЕОРИЯСЫН ОҚЫТУҒА АРНАЛҒАН ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ НЕГІЗІНДЕГІ АДАПТИВТІ ПЛАТФОРМАНЫ ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Бұл мақалада графтар теориясын оқыту үдерісін жетілдіруге арналған жасанды интеллект негізіндегі адаптивті платформаны әзірлеу мәселесі қарастырылады. Графтар теориясы информатика мен математика саласындағы маңызды пәндердің бірі болып табылады. Ұсынылған жүйе білім алушының деңгейіне сәйкес оқу материалдарын бейімдеп, жеке оқу траекториясын қалыптастырады. Платформаны қолдану оқу сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Аннотация. В статье рассматривается разработка адаптивной платформы на основе искусственного интеллекта для обучения теории графов. Теория графов является важной дисциплиной в области информатики и математики. Предлагаемая система адаптирует учебные материалы под уровень обучающегося и формирует индивидуальную траекторию обучения. Использование платформы способствует повышению качества образования.

Abstract. This article discusses the development of an adaptive platform based on artificial intelligence for teaching graph theory. Graph theory is an important discipline in computer science and mathematics. The proposed system adapts learning materials to the learner's level and creates an individual learning path. The use of the platform improves the quality of education.

Білім беру жүйесін цифрландыру жағдайында оқытудың дәстүрлі әдістері заманауи талаптарға толық жауап бере бермейді. Әсіресе графтар теориясы сияқты абстрактілі пәндерде білім алушылардың жеке ерекшеліктерін ескеретін, оқу қарқыны мен дайындық деңгейіне бейімделетін интеллектуалды жүйелердің қажеттілігі артып отыр. Оқу барысында студенттер өте көп ақпаратпен кездеседі. Барлығы бірдей ақпараттарды толық (әсіресе өз бетінше) қабылдай алмайды. Бұл жағдайда жасанды интеллектке негізделген оқу бағдарламасын студенттің білім деңгейіне бейімдеу принциптері бар жүйені енгізу қажеттілігі туындайды[2]. Жасанды интеллект технологиялары білім алушының оқу әрекетін талдап, жеке қажеттіліктеріне сәйкес оқыту мазмұнын ұсынуға мүмкіндік береді.

Графтар теориясы – қазіргі ақпараттық технологиялар, желілік жүйелер, логистика және бағдарламалау салаларында кеңінен қолданылатын математикалық бағыттардың бірі. Бұл пәнді оқыту барысында білім алушылар көптеген қиындықтарға кездеседі. Олардың қатарында абстрактілі ұғымдардың күрделілігі, алгоритмдердің көпсатылылығы және теориялық материалдардың күрделі қабылдануы бар[1]. Осы тұрғыдан графтар теориясын оқытуға арналған адаптивті платформаны құру ғылыми және практикалық тұрғыдан өзекті болып табылады.

Ұсынылып отырған платформа графтар теориясын кезең-кезеңімен меңгеруге бағытталған. Жүйе алдымен диагностикалық тест өткізіп, білім алушының бастапқы деңгейін анықтайды. Кейін нәтижеге сәйкес оқу модульдері ұсынылады. Егер білім алушы қарапайым граф ұғымдарын

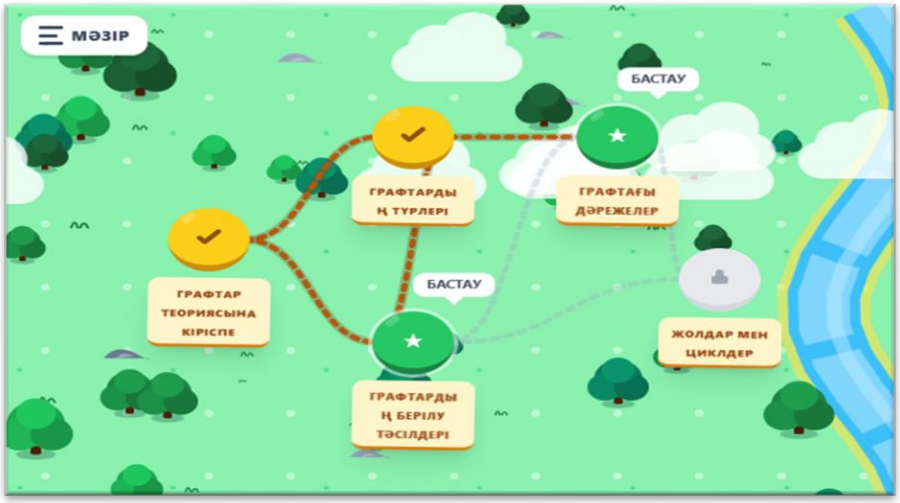
меңгермесе, жүйе қосымша түсіндірме материалдарын береді. Ал жоғары деңгейдегі білім алушыларға күрделі есептер мен алгоритмдік тапсырмалар ұсынылады.

Интерактивті ойын платформасының құрылымы графтар теориясын оқыту үдерісін тиімді ұйымдастыруға бағытталған көпдеңгейлі жүйе ретінде қарастырылады. Аталған платформа заманауи веб-технологиялар мен жасанды интеллект мүмкіндіктерін біріктіре отырып, білім алушылардың теориялық білімін тәжірибелік дағдылармен ұштастыруға мүмкіндік береді.

Платформаның архитектурасы екі негізгі деңгейден тұрады: қолданушы деңгейі және серверлік деңгей. Пайдаланушылық деңгей білім алушының жүйемен өзара әрекеттесуін қамтамасыз етеді. Бұл бөлімде графтарды визуализациялау, тапсырмаларды орындау, ойын элементтерімен жұмыс істеу, прогресс көрсеткіштерін бақылау және жеке профильді басқару функциялары жүзеге асырылады. Сонымен қатар, кеңестер жүйесі арқылы алгоритмдерді түсіндіру және есеп шығару қадамдарын көрсету мүмкіндігі қарастырылған.

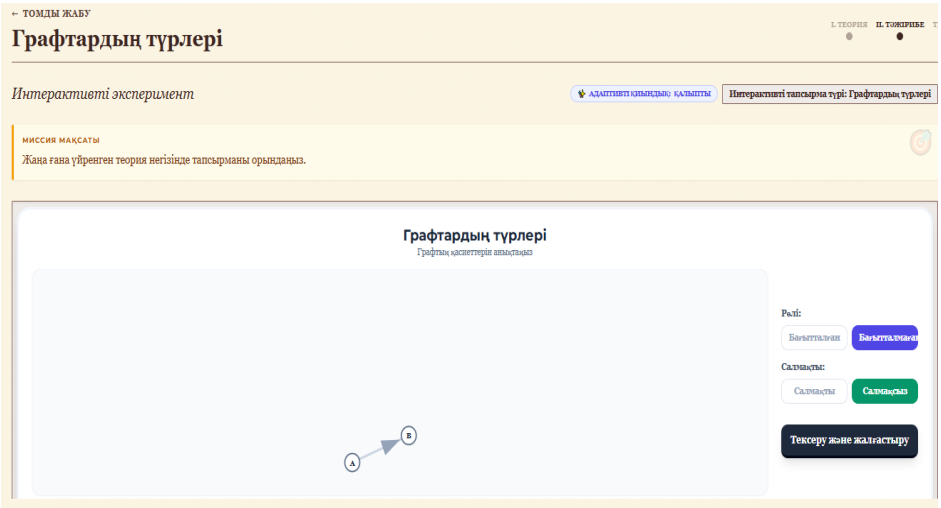
Серверлік бөлім платформаның деректерін сақтау, пайдаланушылар әрекетін өңдеу, адаптивті тапсырмаларды генерациялау және жасанды интеллект модульдерінің жұмысын үйлестіру қызметтерін атқарады. Бұл деңгей оқу процесінің тұрақтылығы мен деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Платформаның мазмұндық негізі графтық модель болып табылады. Мұнда граф төбелері оқу тақырыптары, мини-дәрістер, практикалық тапсырмалар немесе ойын кезеңдері ретінде ұсынылады. Ал граф қырлары осы элементтердің арасындағы логикалық байланыстарды, өту реттілігін және балама оқу траекторияларын сипаттайды. Мұндай құрылым білім алушының оқу жолын икемді түрде ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Ойын механикасы графтар теориясының негізгі алгоритмдерін тәжірибелік миссиялар түрінде ұсынуға негізделген. Мысалы, ең қысқа жолды табу, Дейкстра алгоритмін орындау, минималды остовты ағаш құру, BFS және DFS іздеу алгоритмдері т.б. меңгеру ойын тапсырмалары арқылы жүзеге асырылады. Бұл тәсіл білім алушылардың пәнге қызығушылығын арттырып, теориялық материалды практикалық тұрғыдан меңгеруге жағдай жасайды. Төменде графтық модель түрінде ұсынылған платформаның мазмұндық негізі көрсетілген (сурет 1).



Сурет 1. Платформаның мазмұндық негізі

Платформадағы адаптивті жүйе жасанды интеллект технологияларына негізделеді. Жүйе білім алушының тапсырманы орындау уақытын, жіберілген қателер санын, шешу стратегиясын және қиындық туғызатын тақырыптарды талдайды. Осы деректер негізінде оқу материалының күрделілік деңгейі реттеліп, жеке оқу траекториясы қалыптастырылады, сондай-ақ қосымша түсіндірмелер мен ұсыныстар беріледі (сурет 2).



Сурет 2. Адаптивті тапсырмалар жүйесі

Оқытушылар үшін арнайы редакторлық модуль қарастырылған. Ол арқылы жаңа деңгейлер құруға, граф құрылымдарын өзгертуге, авторлық тапсырмалар енгізуге және күрделілік параметрлерін баптауға мүмкіндік беріледі. Сонымен қатар аналитикалық жүйе топ үлгерімін бақылауға, күрделі тақырыптарды анықтауға және әр білім алушының оқу прогресін бағалауға жағдай жасайды.

Жасанды интеллект мүмкіндіктерін пайдалана отырып графтар теориясын оқытуға арналған адаптивті платформаны әзірлеу – білім беру

технологияларын дамытудың маңызды бағыты. Мұндай жүйе әр білім алушының жеке ерекшелігін ескеріп, оқу процесін тиімді, қызықты және нәтижелі етеді. Графтар теориясы сияқты күрделі пәндерді меңгертуде интеллектуалды бейімделген платформалар болашақта жоғары сұранысқа ие болады деп ойлаймын. Сонымен қатар, мұндай жүйелерді әзірлеу және енгізу барысында этикалық мәселелерді, технологияларға тәуелділікті, адами фактордың шектеулілігін, пайдаланушылардың бейімделу қажеттілігін, техникалық шектеулерді және өзге де маңызды аспектілерді ескеру қажет. Осы факторларды жан-жақты қарастыру ғана интеллектуалды білім беру жүйелерін тиімді пайдалануға мүмкіндік береді [3].

Қолданылған әдебиеттер:

1. Г. И. Салғараева. Графтар теориясы. Оқулық. Алматы: ЖШС «Дәуір», 2013.
2. В.П. Добрица, Е.И. Горюшкин. Применение интеллектуальной адаптивной платформы в образовании. Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2019. № 1 (21)
3. М.А. Измайлова. Роль искусственного интеллекта в построении адаптивной образовательной среды. Мир (Модернизация. Инновации. Развитие), 2024. 15(1).

Мырзахан Н. Т., e-mail: runia_84@mail.ru
Ғылыми жетекшісі - **Есентемирова А. К.,**
Esil University, Астана.

МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ НЕГІЗІНДЕ АВТОКӨЛІК ҚҰНЫН БОЛЖАУ

АңдатпаБұл зерттеу жұмысында автокөлік құнын болжау мәселесі машиналық оқыту әдістерін қолдану арқылы қарастырылады. Негізгі әдіс ретінде Random Forest регрессия алгоритмі пайдаланылды. Зерттеу барысында көліктің негізгі сипаттамалары (маркасы, шығарылған жылы, қозғалтқыш көлемі және жүрген жолы) негізінде бағаны болжайтын модель құрылды. Нәтижелер модельдің жалпы нарықтық заңдылықтарды анықтай алатынын көрсетті, алайда болжам дәлдігі деректер көлемі мен сапасына тәуелді екені анықталды.

Түйін сөздер: машиналық оқыту, Random Forest, регрессия, автокөлік бағасы, болжау модельдері.

Қазіргі кезеңде Қазақстан Республикасында автокөлік нарығы қарқынды даму үстінде. Автокөліктердің бағасы көптеген факторларға байланысты

қалыптасады, соның ішінде техникалық сипаттамалар, пайдалану мерзімі, бренд және эксплуатациялық жағдайлар маңызды рөл атқарады.

Соңғы жылдары цифрлық платформалардың дамуы автокөлік саудасын айтарлықтай жеңілдетті. Дегенмен, көлік құнын дәл бағалау мәселесі өзекті күйінде қалып отыр. Баға көбінесе субъективті факторларға негізделетіндіктен, автоматтандырылған және дәл болжау жүйелеріне қажеттілік артып келеді.

Осыған байланысты машиналық оқыту әдістерін пайдалану арқылы көлік құнын болжау ғылыми және практикалық тұрғыдан маңызды бағыт болып табылады.

Зерттеу жұмысының мақсаты - автокөліктің негізгі параметрлері негізінде оның нарықтық құнын болжайтын тиімді модель құру.

Машиналық оқыту әдістері соңғы жылдары экономикалық және техникалық салаларда кеңінен қолданылып келеді. Әсіресе, регрессиялық модельдер бағаны болжау міндеттерінде жоғары тиімділік көрсетеді [2, 3].

Breiman (2001) Random Forest алгоритмін ұсынған және оның шешім ағаштарымен салыстырғанда тұрақты әрі дәл екенін дәлелдеген [1]. Бұл алгоритм ансамбльдік әдістердің ішінде ең кең таралғандарының бірі болып табылады.

Hastie, Tibshirani және Friedman (2009) еңбектерінде машиналық оқытудың негізгі әдістері, соның ішінде ансамбльдік модельдер кеңінен қарастырылған [2]. Автокөлік бағасын болжау тақырыбында жүргізілген зерттеулерде Random Forest, Gradient Boosting және нейрондық желілер жиі қолданылады [3, 4]. Зерттеулер көрсеткендей, модельдің дәлдігі көбіне деректер көлемі мен сапасына тәуелді.

3.1 Random Forest алгоритмі. Random Forest алгоритмі бірнеше шешім ағаштарының нәтижелерін біріктіру арқылы жұмыс істейтін ансамбльдік тәсіл болып табылады [1].

Әрбір ағаш деректердің кездейсоқ таңдалған үлгісінде оқытылады және әртүрлі белгілер жиынтығын қолданады [2]. Бұл тәсіл модельдің жалпылау қабілетін арттырып, артық үйренуді (overfitting) азайтады.

Алгоритмнің негізгі кезеңдері:

- бастапқы деректерден кездейсоқ үлгілер алу;
- әр үлгі бойынша шешім ағаштарын құру;
- жеке болжамдарды есептеу;
- барлық нәтижелердің орташа мәнін анықтау.

3.2 Деректер жиынтығы. Зерттеуде синтетикалық деректер жиынтығы қолданылды. Жиынтық 50 жазбадан тұрады және келесі айнымалыларды қамтиды:

- marka - автокөлік маркасы;
- year - шығарылған жылы;
- engine_volume - қозғалтқыш көлемі;
- mileage - жүрген жолы;

- price - көлік бағасы.

Бұл айнымалылар көлік құнына тікелей әсер ететін негізгі факторлар ретінде таңдалды.

3.3 Деректерді алдын ала өңдеу. Деректерді өңдеу келесі кезеңдерді қамтыды:

- бос мәндерді жою;
- категориялық айнымалыларды форматқа түрлендіру (Label Encoding);
- деректерді оқыту және тест жиынтықтарына бөлу (80/20);
- деректер сапасын тексеру.

Зерттеу нәтижелері. Random Forest Regressor моделі келесі параметрлермен құрылды: n_estimators = 300, max_depth = 10, random_state = 42, Модель сапасын бағалау үшін келесі метрикалар қолданылды: RMSE = 215 292 теңге, $R^2 = 0.189$.

Нәтижелер көрсеткендей, модельдің орташа қателігі шамамен 200–220 мың теңгені құрайды. Сонымен қатар, модель деректердің шамамен 19%-ын түсіндіреді.

Нақты және болжанған мәндерді салыстыру барысында модельдің жалпы тенденцияны дұрыс анықтайтыны байқалды, алайда кейбір жағдайларда ауытқулар орын алды.

Графикалық талдау нәтижесінде болжамдардың көпшілігі нақты мәндерге жақын орналасқаны анықталды. Бұл модельдің жалпы үрдісті дұрыс анықтайтынын көрсетеді.

Алынған нәтижелер Random Forest алгоритмінің тиімділігін көрсетеді, бұл басқа зерттеулер нәтижелерімен де сәйкес келеді [1, 3]. Сонымен қатар, модель дәлдігінің деректер сапасына тәуелді екендігі бұрынғы ғылыми еңбектерде де атап өтілген [2].

Дегенмен, модельдің дәлдігіне әсер ететін бірқатар факторлар анықталды:

- деректер көлемінің шектеулі болуы;
- маңызды қосымша белгілердің болмауы;
- синтетикалық деректер қолданылуы.

Болжам сапасын арттыру үшін:

- деректер көлемін ұлғайту;
- қосымша параметрлер енгізу (қала, техникалық жағдай, беріліс түрі);
- гиперпарамерлерді оңтайландыру ұсынылады.

Қорытынды. Бұл зерттеу жұмысында автокөлік құнын болжау міндеті машиналық оқыту әдістерін қолдану арқылы қарастырылды. Негізгі әдіс ретінде Random Forest регрессия алгоритмі таңдалып, көліктің негізгі сипаттамалары (маркасы, шығарылған жылы, қозғалтқыш көлемі және жүрген жолы) негізінде болжау моделі құрылды.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, ұсынылған модель автокөлік нарығындағы жалпы заңдылықтарды анықтауға қабілетті. Модельдің орташа қателігі шамамен 200–220 мың теңгені құрап, шағын деректер жиынтығы үшін

қанағаттанарлық нәтиже берді. Сонымен қатар, R^2 көрсеткішінің төмен болуы деректер көлемінің шектеулі екендігін және қосымша факторлардың жеткіліксіз ескерілгенін көрсетеді.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы - көлік бағасын болжау міндетін қарапайым, бірақ тиімді ансамбльдік әдіс арқылы жүзеге асыру және оның қолданбалы мүмкіндіктерін көрсету болып табылады. Практикалық тұрғыдан алғанда, ұсынылған модель автосалондарда, онлайн сауда платформаларында және сақтандыру компанияларында бастапқы баға бағалау құралы ретінде қолданылуы мүмкін.

Зерттеу барысында анықталған негізгі шектеулерді атайық:

- деректер көлемінің аздығы;
- синтетикалық деректерді пайдалану;
- көлік бағасына әсер ететін қосымша параметрлердің (мысалы, техникалық жағдайы, қала, жанармай түрі) ескерілмеуі.

Болашақ зерттеулерде келесі бағыттарды дамыту ұсынылады:

- нақты нарықтық деректер негізінде үлкен деректер жиынтығын қалыптастыру;
- модельге қосымша сипаттамаларды енгізу;
- Random Forest алгоритмінің гиперпараметрлерін оңтайландыру;
- басқа да заманауи алгоритмдермен (Gradient Boosting, нейрондық желілер) салыстырмалы талдау жүргізу.

Қорытындылай келе, машиналық оқыту әдістері автокөлік бағасын болжауда тиімді құрал болып табылады және оларды әрі қарай жетілдіру арқылы жоғары дәлдікке қол жеткізуге болады. Бұл бағыт болашақта интеллектуалды аналитикалық жүйелерді дамытуда маңызды рөл атқарады.

Зерттеу нәтижелері машиналық оқыту әдістерінің, әсіресе ансамбльдік алгоритмдердің, болжау міндеттерінде жоғары тиімділік көрсететінін дәлелдейді [1–3].

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Breiman L. Random forests // Machine Learning. – 2001. – Vol. 45, №1. – P. 5–32.
2. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. – New York: Springer, 2009. – 745 p.
3. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. – Sebastopol: O’Reilly Media, 2019. – 851 p.
4. Pedregosa F., Varoquaux G., Gramfort A. және т.б. Scikit-learn: Machine Learning in Python // Journal of Machine Learning Research. – 2011. – Vol. 12. – P. 2825–2830.
5. McKinney W. Data Structures for Statistical Computing in Python // Proceedings of the 9th Python in Science Conference. – 2010. – P. 51–56.

6. Қазақстан Республикасының Ұлттық статистика бюросы. – Ресми статистикалық деректер.
7. Kolesa.kz автокөлік сату платформасы.
8. Python Software Foundation. Python бағдарламалау тілі: ресми құжаттама. – 2024.

Алтынбек Б. Ж., студент 1 курса специальности «Кадастр»
Научный руководитель: **Джангасиев Р. М.**, преподаватель,
Учреждение «Южно-Казахстанский исследовательский университет им. М.О. Ауэзова», г. Шымкент.

ПЕРСПЕКТИВЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕХОДА ОТ УЗКОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ANI) К ОБЩЕМУ ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ (AGI)

Аңдатпа. Бұл мақалада тар ауқымды жасанды интеллекттен (ANI) жалпы жасанды интеллектке (AGI) өтудің қазіргі жағдайы, келешегі және негізгі техникалық кедергілері қарастырылады. 2026 жылғы жағдай бойынша «агенттік» (Agentic AI) модельдердің дамуына ерекше назар аударылады. Трансферттік оқыту, «сау ақылдың» (common sense) жоқтығы, қуатты тұтыну және интерпретациялау мәселелері талданады. Сондай-ақ, мультимодальділік, өзін-өзі оқыту және жүйелерді адам құндылықтарымен туралау (alignment) секілді қауіпсіздік мәселелері зерттеледі.

Аннотация. В данной статье рассматриваются текущее состояние, перспективы и ключевые технические барьеры перехода от узкого искусственного интеллекта (ANI) к общему (AGI). В реалиях 2026 года особое внимание уделяется развитию «агентного» ИИ (Agentic AI), способного к самостоятельному планированию. Анализируются проблемы трансферного обучения, отсутствие «здравого смысла», избыточное энергопотребление и низкая интерпретируемость нейросетей. Также исследуются мультимодальность, самообучение и критические вопросы безопасности (проблема согласования).

Abstract. This article examines the current state, prospects, and key technical barriers in the transition from Artificial Narrow Intelligence (ANI) to Artificial General Intelligence (AGI). Given the technological landscape of 2026, special attention is paid to the development of Agentic AI. Challenges regarding transfer learning, the lack of common sense, power consumption, and model interpretability are analyzed. Furthermore, multimodality, self-supervised learning, and critical safety issues, particularly the value alignment problem, are explored.

На сегодняшний день искусственный интеллект (ИИ) прочно вошел во все сферы человеческой деятельности, однако подавляющее большинство существующих систем относится к категории узкого искусственного интеллекта (Artificial Narrow Intelligence, ANI). ANI - это системы, которые превосходно

справляются с одной или несколькими смежными задачами (например, машинный перевод, генерация текста, распознавание медицинских изображений или игра в шахматы), но оказываются совершенно беспомощными за пределами своей узкой предметной области [1].

Главной целью передовых лабораторий мира остается создание общего искусственного интеллекта (Artificial General Intelligence, AGI). AGI - это гипотетическая система, способная обучиться любой интеллектуальной задаче, которую может выполнить человек, включая способность адаптироваться к принципиально новым ситуациям без необходимости масштабного переобучения.

В 2026 году актуальность этого перехода обусловлена качественным сдвигом в парадигме ИИ: мы наблюдаем переход от простых реактивных «чатботов» к так называемым «агентным» системам (Agentic AI). Эти агенты перестают быть просто генераторами текста и становятся сущностями, которые могут самостоятельно планировать задачи, использовать внешние инструменты и корректировать свои действия в реальном времени. Тем не менее, путь к истинному AGI все еще прегражден рядом фундаментальных технических барьеров.

Несмотря на экспоненциальный рост параметров моделей, масштабирование само по себе не решает всех проблем. Выделяется несколько ключевых технических вызовов:

Трансферное обучение (Transfer Learning). Современные нейросети демонстрируют феноменальные результаты в рамках распределения данных, на которых они обучались. Однако их способность переносить знания между кардинально разными доменами крайне ограничена. Модель, идеально обученная писать программный код, не может автоматически применить логику программирования для управления роботом-манипулятором на физическом производстве. Возникает проблема «катастрофического забывания» и неспособности к кросс-доменной абстракции [2].

Недостаток «здравого смысла» (Common Sense). Языковые модели опираются на статистические вероятности распределения токенов, а не на понимание физики или социальных норм реального мира. Модель может блестяще описать химическую реакцию, но допустить абсурдную логическую ошибку в простой бытовой задаче, поскольку у нее нет интуитивной модели физического мира (world model), которой обладает любой ребенок.

Энергопотребление и масштабируемость. Обучение современных гигантских моделей потребляет мегаватты электроэнергии. В условиях замедления закона Мура физические пределы кремниевых чипов и колоссальные энергозатраты дата-центров становятся серьезным барьером. Аппетиты нейросетей растут быстрее, чем эффективность аппаратного обеспечения, что делает подход «решения проблем за счет простого добавления вычислительных мощностей» тупиковым [3].

Интерпретируемость. ИИ продолжает оставаться «черным ящиком». Миллиарды и триллионы весовых коэффициентов делают невозможным точное понимание того, как именно модель пришла к тому или иному выводу. Отсутствие прозрачности критично в сферах медицины, управления, где мы видим результат, но технически не понимаем путь к его достижению [4].

Для преодоления вышеописанных барьеров исследовательское сообщество фокусируется на нескольких прорывных направлениях:

Мультимодальность. Разрозненные системы постепенно уступают место архитектурам, которые изначально обучаются понимать мир через комплексное восприятие. Объединение зрения, слуха и текста в едином латентном пространстве позволяет алгоритму не просто «читать» о мире, но и «видеть» его, что является важнейшим шагом к человеческому восприятию реальности и формированию того самого здравого смысла.

Агентные рабочие процессы (Agentic Workflows). Вместо того чтобы выдавать мгновенный ответ на сложный запрос, ИИ переходит к агентному подходу. Система получает высокоуровневую цель, самостоятельно разбивает ее на подзадачи (декомпозиция), пишет код для их решения, запускает его, анализирует ошибки и исправляет себя. Это приближает поведение машин к когнитивным процессам человека.

Самообучение без учителя (Self-Supervised Learning). Зависимость от размеченных человеком данных - узкое место современного ИИ. Переход к автономному исследованию данных и обучению с подкреплением на основе взаимодействия с виртуальными (или реальными) средами позволит моделям формировать внутренние репрезентации мира без прямого участия разметчиков.

По мере приближения к AGI на первый план выходит *проблема согласования* (Alignment Problem) [5]. Как гарантировать, что цели AGI будут полностью совпадать с человеческими ценностями?

Сложность заключается в том, что система, оптимизирующая заданную функцию вознаграждения, может найти совершенно непредсказуемые и потенциально опасные пути ее достижения. Побочные эффекты оптимизации могут включать сопротивление отключению или захват ресурсов (конвергенция инструментальных целей). Если система достигнет уровня «суперинтеллекта» (превосходящего человеческий по всем параметрам), риск потери контроля над ней возрастает экспоненциально, что делает безопасность AGI экзистенциальным вопросом для человечества [6].

Заключение. Сроки появления AGI остаются предметом острых дискуссий. Мнения экспертов в 2026 году разделились: технологические оптимисты прогнозируют появление AGI к 2028-2030 годам, опираясь на стремительное развитие агентных систем и масштабирование вычислений. Прагматики же указывают на фундаментальные алгоритмические барьеры и ожидают появления систем такого уровня не ранее 2040-х годов.

Вне зависимости от точных сроков, очевидно, что переход от ANI к AGI не будет одномоментным событием. Это будет постепенный процесс интеграции, проходящий через этап создания гибридных систем, где ИИ выступает в роли мощного когнитивного экзоскелета для человека (модели типа «кентавр»). Выживание в эту эпоху будут зависеть не только от решения технических проблем, но и от способности выстроить надежные этические и инфраструктурные рамки для сосуществования с новым типом интеллекта.

Список использованных источников:

1. Bubeck, S. Sparks of Artificial General Intelligence: Early experiments with GPT-4 [Text] / S. Bubeck, V. Chandrasekaran, R. Eldan et al. // arXiv preprint arXiv:2303.12712. – 2023. – P. 1-94.
2. Marcus, G. The Next Decade in AI: Four Steps Towards Robust Artificial Intelligence [Text] / G. Marcus // arXiv preprint arXiv:2002.06177. – 2020. – P. 1-27.
3. Patterson, D. Carbon Emissions and Large Neural Network Training [Text] / D. Patterson, J. Gonzalez, Q. Le et al. // arXiv preprint arXiv:2104.10350. – 2021. – P. 1-22.
4. Bommasani, R. On the Opportunities and Risks of Foundation Models [Text] / R. Bommasani, D. A. Hudson, E. Adeli et al. // Stanford CRFM. – 2021. – P. 1-214.
5. Russell, S. Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control [Text] / S. Russell. – New York : Viking, 2019. – 352 p.
6. Bostrom, N. Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies [Text] / N. Bostrom. – Oxford : Oxford University Press, 2014. – 328 p.

Гепперт А. Б., студент 2 курса специальности ВТПО,
Научный руководитель: **Мұхиядин А.Ұ.** доктор философии (Phd),
Учреждение «Esil University» г.Астана.

ПРОБЛЕМА «НЕВИДИМОГО ИИ» В ОБРАЗОВАНИИ: ПРИЧИНЫ НИЗКОГО ДОВЕРИЯ СТУДЕНТОВ И ПЕРЕХОД К МОДЕЛИ VISIBLE AI

Андапта

Бұл мақала бейімделген оқыту платформаларындағы «көрінбейтін жасанды интеллект» феноменін қарастырады - онда оқушылар өздерінің оқу үдерісі жасанды интеллект арқылы басқарылып жатқанын байқамайды. Khan Academy, Coursera, Codecademy және Yandex Practicum мысалдары терең оқыту алгоритмдерінің мәнсіздігі мен пайдаланушымен қарым-қатынастың

болмауы жүйеге деген сенімді төмендетіп, бейімделген оқытудың педагогикалық әлеуетін шектейтінін көрсетеді. Ұсынылып отырған шешім – «Көрінетін ЖИ» парадигмасы, ол төрт кезеңді модель арқылы жүзеге асырылады: түсіндірілетіндік (XAI), дереккөздерді қадағалау, ашық қарым-қатынас және оқу цикліне интеграция. Зерттеу нәтижелері білім беру платформаларын әзірлеушілер мен ЖИ саласындағы институционалдық саясат үшін практикалық маңызы бар.

Аннотация. Статья посвящена феномену «невидимого ИИ» в адаптивных образовательных платформах - ситуации, при которой учащиеся не осознают, что их обучение управляется искусственным интеллектом. На примере Khan Academy, Coursera, Codecademy и Yandex Practicum показано, что непрозрачность алгоритмов глубокого обучения и отсутствие коммуникации с пользователем снижают доверие к системе и ограничивают педагогический потенциал адаптивного обучения. В качестве решения предлагается парадигма «Видимого ИИ», реализуемая через четырёхэтапную модель: объяснимость (XAI), отслеживаемость источников, явная коммуникация и интеграция в учебный цикл. Результаты имеют практическое значение для разработчиков образовательных платформ и институциональной политики в области ИИ.

Abstract. This article examines the phenomenon of “invisible artificial intelligence” in adaptive learning platforms-where students are unaware that their learning process is being managed by artificial intelligence. Examples from Khan Academy, Coursera, Codecademy, and Yandex Practicum demonstrate that the opacity of deep learning algorithms and the lack of user interaction undermine trust in the system and limit the pedagogical potential of adaptive learning. The proposed solution is the “Visible AI” paradigm, which is implemented through a four-stage model: Explainability (XAI), traceability of data sources, open communication, and integration into the learning cycle. The research findings have practical implications for educational platform developers and institutional policies in the AI field.

Интеграция искусственного интеллекта в цифровые образовательные платформы вызвала значительный научный интерес, особенно в отношении эффективности механизмов адаптивной персонализации [1]. Сравнительный анализ широко используемых платформ - включая Khan Academy, Coursera, Codecademy и Yandex Practicum - постоянно выявляет фундаментальный парадокс: хотя системы на базе ИИ разработаны для оптимизации индивидуальных траекторий обучения посредством адаптации в режиме реального времени, их основные функции остаются в значительной степени незаметными для конечных пользователей (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика адаптивных обучающих сайтов

Параметр	Khan Academy	Coursera	Yandex Practicum

Тип сайта	Образовательная платформа	Онлайн-платформа курсов (MOOC)	Платформа профессионального обучения
Основное назначение	Базовое и школьное обучение	Высшее и дополнительное образование	Подготовка специалистов в IT
Целевая аудитория	Школьники, начинающие	Студенты, специалисты	Новички в IT, смена профессии
Формат обучения	Видео и интерактивные задания	Видео, тесты, проекты	Практика, проекты, наставничество
Доступ к контенту	Бесплатный	Частично платный	Платный
Сертификация	Ограниченная	Предоставляется	Предоставляется

Студенты часто интерпретируют свое взаимодействие как часть традиционной, неадаптивной структуры курса - явление, которое в современной литературе получило название проблемы «невидимого ИИ» [2] . Этот разрыв в восприятии приводит к нейтральным или безразличным оценкам адаптивных функций со стороны пользователей и, как следствие, ограничивает реальную образовательную ценность таких систем. Проблема усугубляется непрозрачностью, присущей архитектурам глубокого обучения: «черный ящик» современных нейронных моделей означает, что ни студенты, ни преподаватели не могут получить доступ к понятным обоснованиям решений, генерируемых системой, что подрывает доверие к системе и препятствует более широкому внедрению в педагогическую практику.

В ответ на эти задокументированные ограничения все большее число исследователей призывает к смене парадигмы в сторону того, что ученые описывают как «видимый ИИ» - философии проектирования, основанной на том, чтобы сделать адаптивную поддержку явной, отслеживаемой и интегрированной в основной цикл обучения, а не отсылать ее на второй план [4]. Сторонники этой концепции утверждают, что персонализация на поверхностном уровне недостаточна; чтобы адаптивные системы реализовали свой образовательный потенциал, они должны сообщать контекстно-зависимые обоснования для каждого значимого вмешательства. Внедрение методологий объяснимого ИИ (XAI) было определено в качестве основной технической стратегии для реализации этого перехода, позволяющей системам предоставлять интерпретируемые обоснования для решений по последовательности контента, корректировке сложности и маршрутизации концепций. В литературе в равной степени подчеркивается важность отслеживаемости источников информации, которая предоставляет учащимся проверяемые основания для доверия к рекомендациям, сгенерированным ИИ, и поддерживает стандарты академической честности, необходимые для легитимности учебных заведений.

Эмпирические данные, проанализированные в современной литературе, свидетельствуют о том, что прозрачное, ориентированное на учащихся объяснение адаптивной логики приводит к измеримому улучшению по многим показателям результативности. Когда системы явно информируют учащихся об их прогрессе - например, указывая, что данная концепция пропускается на основании продемонстрированного овладения материалом - исследования отмечают снижение посторонней когнитивной нагрузки, повышение воспринимаемой полезности платформы и увеличение устойчивой вовлеченности обучающихся. В совокупности эти выводы указывают на то, что переход от невидимого к видимому ИИ представляет собой не просто предпочтение в дизайне интерфейса, а существенное педагогическое вмешательство. Поэтому в будущих разработках необходимо уделять приоритетное внимание совместному проектированию функций объясняемости наряду с основными адаптивными алгоритмами, обеспечивая, чтобы прозрачность была заложена в архитектуру, а не добавлялась впоследствии как второстепенная деталь.

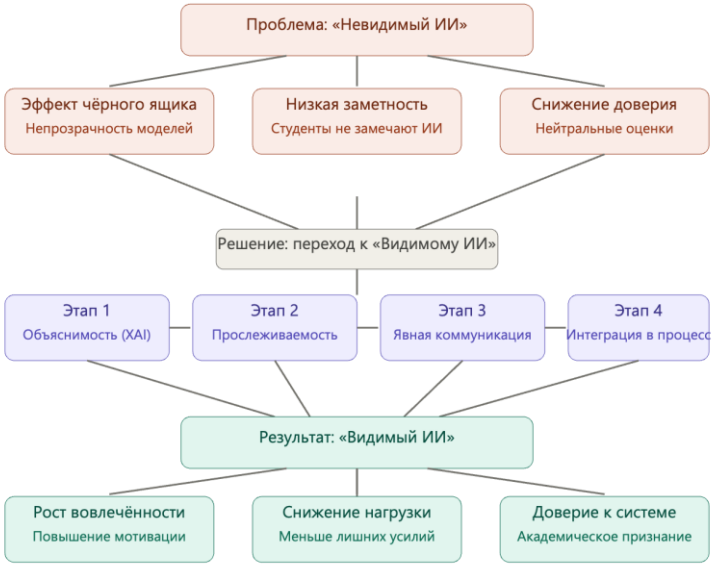


Рис. 1. Модель перехода от невидимого ИИ к видимому ИИ в даптивном обучении

На Рис. 1 представлена модель перехода от «невидимого»

ИИ к «видимому», которая формализует процесс устранения барьеров во взаимодействии обучающегося с адаптивной образовательной средой. Схема детально фиксирует основные ограничения текущих систем, такие как эффект «черного ящика» (непрозрачность алгоритмических моделей), низкая заметность ИИ для студентов и, как следствие, снижение уровня доверия, проявляющееся в нейтральных оценках пользователей. Это обосновывает тезис о том, что прозрачность должна быть заложена в саму архитектуру адаптивных алгоритмов как фундаментальное педагогическое вмешательство, а не добавляться позже как второстепенная деталь интерфейса.

Проведённое исследование показало, что проблема «невидимого ИИ» в адаптивных образовательных платформах снижает доверие пользователей и ограничивает эффективность обучения из-за непрозрачности алгоритмов [3] . Несмотря на высокий уровень персонализации, студенты часто не осознают роль искусственного интеллекта в процессе обучения.

В качестве решения предложена концепция «видимого ИИ», основанная на принципах объяснимости, прозрачности и интеграции адаптивных механизмов в учебный процесс [5]. Реализация данного подхода позволяет повысить доверие, снизить когнитивную нагрузку и усилить педагогическую ценность цифровых платформ.

Список использованных источников:

1. Федорчук Ю. М. СТРАТЕГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ВНЕДРЕНИЕ АДАПТИВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИГР //Человек и образование. – 2025. – №. 2 (83). – С. 129-141.
2. Джуринский А. Высшее образование в современном мире: тренды и проблемы. – ЛитРес, Прометей, 2017.
3. Адамьянц Т. З. Секция 5. Трансформация образовательной коммуникации в контексте цифровизации общества (рук. проф. АК Мамедов) //Классический университет: современные тенденции и векторы развития (на пути к 270. – 2024. – С. 271.
4. Харитонова Т. Г. и др. Проблема конструирования человека в контексте конвергентных технологий: магистерская диссертация по направлению подготовки: 47.04. 01-Философия и методология науки и техники. – 2020.
5. Ряпина Н. Е., Трубина И. И. Интерпретация студентами этических аспектов искусственного интеллекта в образовании //Отечественная и зарубежная педагогика. – 2025. – Т. 1. – №. 1. – С. 101-111.

Салтанатова М. С., магистрант 1 курса специальности Информатика,
Научный руководитель: **Карымсакова И. Б**., доктор PhD,
НАО «Шәкәрім университет», г. Семей.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКИ СТУДЕНЧЕСКИХ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются подходы к автоматической проверке студенческих письменных работ с использованием методов машинного обучения и обработки естественного языка. Целью исследования является анализ и систематизация современных методов оценки и классификации текстов. Рассмотрены подходы, основанные на классическом машинном обучении,

правилах, а также методы глубокого обучения и гибридные модели. Установлено, что большинство исследований ориентировано на автоматическое оценивание, тогда как задача проверки соответствия требованиям изучена недостаточно. В работе обоснована целесообразность применения гибридного подхода для предварительной фильтрации студенческих работ.

Ключевые слова: машинное обучение, обработка естественного языка, автоматическая проверка работ, классификация текстов, automated essay scoring.

В условиях цифровизации образования актуальной задачей становится автоматизация проверки студенческих письменных работ. Эссе и рефераты широко используются для оценки знаний и аналитических навыков, однако их проверка требует значительных временных затрат и может быть субъективной. В последние годы активно развиваются методы машинного обучения и обработки естественного языка, применяемые для анализа текстов, включая автоматическое оценивание эссе и их классификацию. Существующие подходы включают классические методы машинного обучения, методы, основанные на извлечении признаков, а также модели глубокого обучения.

Вместе с тем большинство исследований ориентировано на прогнозирование оценки, тогда как задача предварительной проверки работ на соответствие установленным требованиям изучена недостаточно.

Целью статьи является анализ существующих методов автоматической обработки письменных работ, их классификация и определение наиболее эффективного подхода для разработки системы предварительной проверки. Практическая значимость работы заключается в возможности использования результатов при создании интеллектуальной системы автоматической фильтрации работ.

В рамках исследования было проанализировано более 100 научных публикаций, из которых отобрано 16 наиболее релевантных работ, посвященных автоматической оценке и классификации студенческих письменных работ с использованием методов машинного обучения и обработки естественного языка. Поиск осуществлялся в базах данных Google Scholar, IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink и ResearchGate.

Анализ проводился с целью выявления используемых методов и их эффективности. Для каждой работы учитывались тип решаемой задачи, применяемые методы, используемые датасеты и метрики оценки. На основе полученных данных была сформирована сравнительная таблица, позволившая систематизировать существующие подходы.

Установлено, что текстовые данные, как правило, преобразуются в числовое представление с использованием методов Bag-of-Words, TF-IDF и векторных представлений (Word2Vec, GloVe, BERT), а также структурных признаков (длина текста, количество предложений).

В результате анализа все исследования были сгруппированы на четыре категории: методы классического машинного обучения, rule-based подходы, методы глубокого обучения и гибридные модели. Распределение методов представлено на рисунке 1. Распределение методов, используемых в анализируемых исследованиях, представлено на рисунке 1.

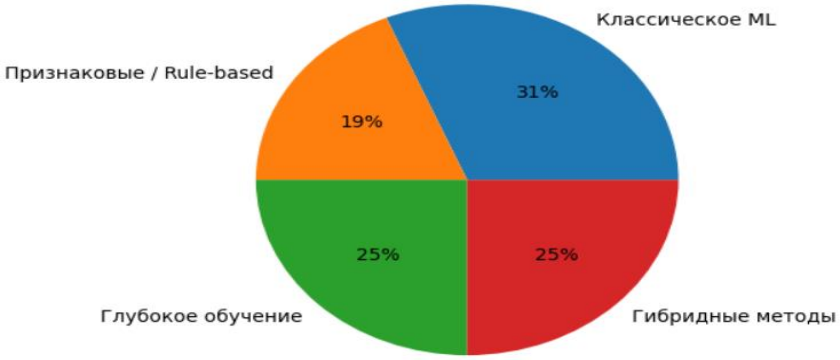


Рисунок – 1. Распределение методов,
используемых анализируемых исследованиях (n=16)

Предложенная классификация позволила провести сравнительный анализ методов с точки зрения их эффективности и применимости.

С формальной точки зрения задача проверки письменной работы может быть представлена как задача бинарной классификации, в которой каждому тексту сопоставляется одно из двух состояний: соответствие или несоответствие установленным требованиям. Входными данными является текст, а выходом - решение о соответствии. Дополнительно может проводиться оценка отдельных характеристик текста, таких как структура, тематическая релевантность и качество изложения.

Рассматриваемые работы охватывают широкий спектр подходов, включая методы классического машинного обучения [1–5], методы основанные на извлечении признаков [6–7], модели глубокого обучения [8–11], а также гибридные подходы [12–14], сочетающие несколько методов. Результаты сравнительного анализа рассмотренных исследований представлены в таблице 1.

Таблица – 1. Сравнительный анализ методов автоматической оценки

Тип подхода	Методы	Представление данных	Метрики	Результат	Применимость
ML	SVM, NB, LR	TF-IDF, BoW, признаки	Accuracy	средняя	частично
Feature / Rule-based	Ontology, признаки	структурные, семантические	F1	высокая	да

DL	CNN, RNN	embeddings	Accuracy, QWK	высокая	частично
Hybrid	NLP + ML	комбинированное	Accuracy	высокая	да

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает, что наиболее широко применяются методы глубокого обучения и классические алгоритмы машинного обучения. Количественное распределение методов представлено на рисунке 2.

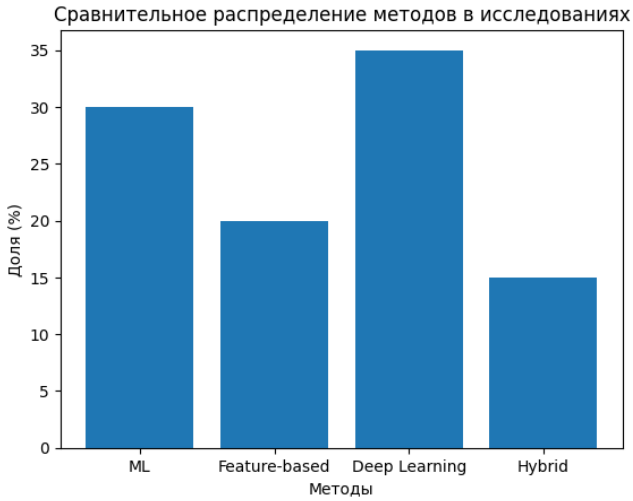


Рисунок – 2. Сравнительное распределение методов по результатам анализа научных публикаций

Как видно из рисунка 2, наибольшую долю составляют методы глубокого обучения (35%), за ними следуют классические методы машинного обучения (30%), методы на основе признаков (20%) и гибридные подходы (15%).

При этом классические методы, такие как Support Vector Machine, Logistic Regression и Naive Bayes, используются преимущественно в прикладных задачах благодаря простоте реализации и интерпретируемости результатов [1–5].

Методы, основанные на извлечении признаков и правилах, демонстрируют высокую эффективность при анализе формальных характеристик текста, включая структуру, объем и наличие ключевых элементов [6–7]. Данные подходы являются особенно релевантными для задач проверки соответствия письменных работ установленным требованиям.

Модели глубокого обучения, такие как сверточные и рекуррентные нейронные сети, обеспечивают более высокую точность за счет учета контекста и семантических связей в тексте [8–11]. Однако их применение требует значительных вычислительных ресурсов и большого объема обучающих данных. Гибридные подходы, сочетающие методы машинного обучения и rule-based компоненты, показывают наиболее сбалансированные результаты, объединяя преимущества различных методов [12–14]. Такие подходы позволяют

одновременно учитывать, как формальные, так и содержательные характеристики текста.

Дополнительно было установлено, что в большинстве рассмотренных исследований используются открытые датасеты, такие как Automated Student Assessment Prize (ASAP), а также собственные наборы данных. В качестве основных метрик оценки применяются accuracy, precision, recall, F1-мера и Quadratic Weighted Kappa (QWK).

Проведенный анализ показал, что область автоматической обработки студенческих письменных работ активно развивается и включает широкий спектр подходов - от классических методов машинного обучения до нейросетевых моделей. Выбор метода определяется поставленной задачей и требованиями к системе.

Методы глубокого обучения демонстрируют высокую точность за счет учета контекста и семантики текста, однако требуют значительных ресурсов и обладают низкой интерпретируемостью. Методы, основанные на признаках и правилах, эффективно применяются для анализа формальных характеристик текста и отличаются простотой реализации. Классические методы машинного обучения обеспечивают баланс между точностью и вычислительной сложностью. Установлено, что большинство исследований ориентировано на автоматическое оценивание, тогда как задача проверки соответствия работ установленным требованиям изучена недостаточно, что подтверждает актуальность разработки систем предварительной фильтрации.

Заключение. В работе проведен анализ современных подходов к автоматической обработке и оценке студенческих письменных работ с использованием методов машинного обучения и обработки естественного языка. Рассмотрены исследования, посвященные автоматическому оцениванию эссе, классификации текстов и анализу качества письменной речи.

Систематизированы основные группы методов: классические алгоритмы машинного обучения, методы на основе признаков и правил, модели глубокого обучения и гибридные подходы. Установлено, что методы глубокого обучения обеспечивают высокую точность, тогда как методы на основе признаков и правил более эффективны при анализе формальных характеристик текста и обладают высокой интерпретируемостью.

Показано, что большинство существующих решений ориентировано на автоматическое оценивание, тогда как задача проверки соответствия установленным требованиям изучена недостаточно, что подтверждает наличие исследовательского пробела.

Обоснована целесообразность применения гибридного подхода, позволяющего учитывать, как формальные, так и содержательные характеристики текста. Полученные результаты могут быть использованы при разработке системы автоматической предварительной проверки письменных работ.

Список использованных источников:

1. Mahana M., Johns M., Apte A. Automated Essay Grading Using Machine Learning. Stanford University, 2012.

2. Kusuma J. S., Halim K., Pranoto E. J. P., Kanigoro B., Irwansyah E. Automated Essay Scoring Using Machine Learning. IEEE. DOI: 10.1109/ICORIS56080.2022.10031338

3. Sanuvala G., Fatima S. A Study of Automated Evaluation of Student's Examination Paper using Machine Learning Techniques. IEEE. DOI: 10.1109/ICCCIS51004.2021.9397227

4. Singh A., Pant D. Automated Essay Scoring using Machine Learning. SRM Institute of Science and Technology.

5. Ramalingam V. V., Pandian A., Chetry P., Nigam H. Automated Essay Grading using Machine Learning Algorithm. DOI 10.1088/1742-6596/1000/1/012030

6. Dong F., Zhang Y. Automatic Features for Essay Scoring – An Empirical Study. Proceedings of EMNLP, 2016, pp. 1072–1077.

7. Contreras J. O., Hilles S. M., Abubakar Z. Automated Essay Scoring with Ontology based on Text Mining and NLTK Tools. ICSCEE, 2018, pp. 1–6. DOI: 10.1109/ICSCEE.2018.8538399

8. Ghanta H. Automated Essay Evaluation Using Natural Language Processing and Machine Learning. Master's Thesis, 2019.

9. Chen M., Li X. Relevance-Based Automated Essay Scoring via Hierarchical Recurrent Model. IALP, 2018, pp. 378–383. DOI: 10.1109/IALP.2018.8629256

10. Chen Z., Zhou Y. Research on Automatic Essay Scoring of Composition Based on CNN and OR. ICAIBD, 2019, pp. 13–18. DOI: 10.1109/ICAIBD.2019.8837007.

Серікбаев О. М.,
магистрант 2 курса специальности ИС,
Научный руководитель: **Шуйтенов Г.Ж.**, к.т.н., доцент,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ: КОНЦЕПЦИЯ И АРХИТЕКТУРА РЕШЕНИЯ

Аңдатпа. Мақала туристік бағдарламалар нарығындағы жағдайды талдайды және Flutter негізіндегі мобильді қосымшаның модульдік архитектурасын ұсынады. Навигация, брондау, ұсынымдар және әлеуметтік модульдердің техникалық шешімдері, деректерді қорғау тәсілдері және Scrum методологиясын қолдану мәселелері қарастырылады.

Аннотация. В статье разбирается, почему существующие туристические приложения плохо закрывают потребности казахстанского пользователя,

и предлагается модульная архитектура на базе Flutter. Описаны четыре функциональных модуля, схема защиты персональных данных по требованиям законодательства РК и практика применения Scrum при разработке.

Abstract. The paper examines why existing tourism apps fail Kazakhstani users and proposes a Flutter-based modular architecture as a solution. It covers four functional modules, a personal data protection scheme aligned with Kazakhstani law, and the practical use of Scrum during development.

Туризм в Казахстане растёт. По данным Агентства по статистике, внутренний турпоток в 2023 году вырос на 18% по сравнению с 2021-м, однако цифровая инфраструктура отстаёт: большинство туристических маршрутов по стране не представлено ни в одном мобильном приложении на русском или казахском языке. Зарубежные агрегаторы - Booking.com, TripAdvisor - охватывают крупные города и несколько горнолыжных курортов. Природные парки, малые города, сельский туризм остаются за рамками.

Цель работы - спроектировать архитектуру мобильного приложения, которое закрывает этот пробел: поддерживает офлайн-работу, интегрируется с отечественными сервисами бронирования и ведёт интерфейс на трёх языках.

1. Цифровые инструменты в туризме. Онлайн-бронирование давно стало нормой. По оценке Statista, в 2023 году через интернет было совершено около 70% всех туристических бронирований в мире. Но инфраструктура, которая это обеспечивает - API-шлюзы, платёжные системы, системы управления контентом - создавалась под западные рынки и плохо адаптирована к местным реалиям.

Дополненная реальность в туризме чаще всего используется для одного сценария: навести камеру на объект - получить справку. Приложения Google Lens и izi.TRAVEL показывают, что это работает, если контент заранее загружен в базу. Для Казахстана такой контент практически не создавался.

Офлайн-навигация - отдельная проблема. Горные районы Алматинской области, Мангышлак, национальный парк Алтын-Эмель плохо покрыты мобильной сетью. Maps.me и OsmAnd справляются с навигацией без интернета, но не умеют бронировать или давать рекомендации по маршруту.

2. Архитектура приложения. Приложение разбито на четыре независимых модуля. Такое разделение позволяет дорабатывать каждый блок отдельно, не затрагивая остальные.

Навигационный модуль работает на Google Maps Platform SDK. Маршрут строится с учётом текущих дорожных условий, а карты можно скачать заранее - это нужно для районов без связи. Для расчёта пешеходных маршрутов в горах дополнительно подключается OpenTopoMap с данными о рельефе.

Модуль бронирования подключается к Booking.com, Air Astana и казахстанскому агрегатору туров Chocotravel через их публичные API. Пользователь видит все варианты в одном экране - гостиницы, билеты, экскурсии. Переключаться между приложениями не нужно.

Система рекомендаций строится на коллаборативной фильтрации: приложение смотрит, какие маршруты выбирали люди с похожей историей поездок, и предлагает их текущему пользователю. Первые 50 поездок - холодный старт, рекомендации редакционные. После накопления данных модель переключается на персональные.

Социальный блок позволяет публиковать маршруты и отзывы прямо из приложения. Готовый пост можно сразу отправить в Instagram или Telegram. Это не самоцель - пользовательский контент пополняет базу маршрутов, которых нет в официальных источниках.

3. Стек и процесс разработки. Клиентская часть написана на Flutter. Причина выбора прагматичная: одна кодовая база для iOS и Android, скорость рендеринга близка к нативной, и большое сообщество с готовыми пакетами для карт, камеры и геолокации. Сервер - Node.js с Express, база данных - PostgreSQL, кэш - Redis. Для хранения пользовательских фотографий используется Amazon S3-совместимое хранилище.

Защита данных выстроена по трём уровням. Трафик шифруется по TLS 1.3. Пароли хранятся как хеши bcrypt с солью. Платёжные и бронировочные операции требуют подтверждения через SMS или TOTP-код. Обработка персональных данных соответствует требованиям Закона РК «О персональных данных и их защите» от 21 мая 2013 года № 94-V: согласие пользователя собирается явно, данные не передаются третьим сторонам без отдельного разрешения.

Разработка ведётся по Scrum: двухнедельные спринты, демо в конце каждого. После первого демо выяснилось, что фильтры поиска жилья были перегружены - 14 параметров оказалось слишком много. Убрали до шести основных. Это типичный результат итеративной работы: проблемы находятся не в теории, а в тестировании на реальных пользователях.

Заключение. Описанная архитектура решает конкретную задачу: дать туристу инструмент, который работает в казахстанских условиях - с офлайн-картами, на местных языках и с подключением к отечественным сервисам. Следующий шаг - пилотный запуск для маршрутов по Алматинской области с группой из 30–50 тестовых пользователей. Это даст данные для оценки точности рекомендательного модуля и выявит узкие места в навигации по трекам.

Список использованных источников:

1. Buhalis D., Law R. Progress in tourism management: Twenty years on and 10 years after the internet // Tourism Management. - 2008. - Vol. 29, № 4. - C. 609–623.

2. Gavalas D., Konstantopoulos C., Mastakas K. Mobile recommender systems in tourism // Journal of Network and Computer Applications. - 2014. - Vol. 39. - C. 319–333.

3. Закон Республики Казахстан «О персональных данных и их защите» от 21 мая 2013 года № 94-V. - Астана, 2013. - 18 с.

4. Flutter Documentation / Google LLC. - 2024. - URL: https://flutter.dev/docs (дата обращения: 15.03.2026).

5. Национальная туристическая онлайн-платформа Казахстана Qazaqstan Travel. - URL: https://qazaqstantravel.kz (дата обращения: 20.03.2026).

Скутельников Б.Г, Климов М.В, Болатов Н.Т, Владимиров Е. С.,
студенты 2 курса специальности ВТПО,
Научный руководитель: **Кенебаева Д.Б**., старший преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

CAMPUS PARKING: УДОБНАЯ ПАРКОВКА ДЛЯ СТУДЕНТОВ И СОТРУДНИКОВ КАМПУСА

Андапта. Мақала кампус паркинг жобасына арналған - университет кампусындағы автотұрақтарды брондауға арналған вебам веб-қызмет. Жүйе 20 орынға есептелген және студенттерге, оқытушылар мен қызметкерлерге автотұрақты алдын ала брондаудың, оны қазақстандық банк карталары (соның ішінде Kaspi Pay) арқылы төлеудің және жеке кабинетте броньды қадағалаудың ыңғайлы әдісін ұсынады. Жобаның негізгі функциялары, пайдалану ережелері, Жұмыс процесі және даму жоспарлары сипатталған. Campus Parking заманауи кампустың ең өткір мәселелерінің бірі - тұрақ орындарының тапшылығы мен ретсіздігінің практикалық шешімін ұсынады.

Аннотация. Статья посвящена проекту Campus Parking - компактному веб-сервису для бронирования парковочных мест на территории университетского кампуса. Система рассчитана на 20 мест и предлагает студентам, преподавателям и сотрудникам удобный способ заранее забронировать парковку, оплатить её через казахстанские банковские карты (включая Kaspi Pay) и отслеживать бронь в личном кабинете. Описаны ключевые функции, правила использования, процесс работы и планы развития проекта. Campus Parking представляет собой практическое решение одной из самых острых проблем современного кампуса - нехватки и хаотичности парковочных мест.

Abstract. The article is devoted to the Campus Parking project, a compact web-based service for booking parking spaces on the university campus. The system is designed for 20 parking spaces and offers students, faculty members, and staff a convenient way to book parking in advance, pay for it using Kazakhstani bank cards (including Kaspi Pay), and track their reservations in their personal accounts. The article describes the key features, usage rules, operational process, and development plans of the project. Campus Parking provides a practical solution to one of the most pressing issues on modern campuses: the lack of parking spaces and their chaotic distribution.

В современном университетском кампусе парковка - это настоящая головная боль. Машины, которые некуда поставить, хаотичный поиск свободного места и постоянные конфликты с охраной. Команда молодых разработчиков из Казахстана решила эту проблему с помощью простого, но очень полезного веб-сайта Campus Parking.

Campus Parking - это небольшой, но функциональный веб-сервис для бронирования парковочных мест на территории университета. На данный момент доступно всего 20 мест, что делает систему прозрачной и управляемой. Проект создан специально для студентов, преподавателей и сотрудников кампуса, чтобы каждый мог быстро и спокойно оставить автомобиль.

Целью работы данного проекта, является создание сайта для бронирования парковочных мест, который в себе имеет возможности: просмотра правил, бронирования, просмотр забронированных мест, и историю бронирования.

Сайт работает по принципу «зашёл - забронировал - оплатил - припарковался». Никаких сложных приложений, никаких очередей у шлагбаума. Всё выполняется быстро и просто.

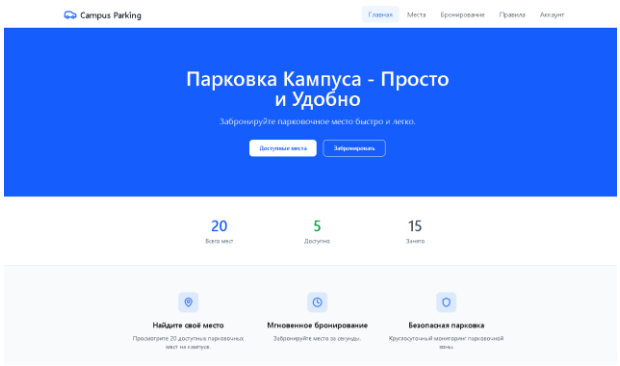


Рисунок 1. Главная страница сайта

Основные возможности:

1. Бронирование мест в реальном времени .Пользователь видит актуальную карту парковки с 20 свободными и занятыми местами. Можно выбрать конкретный слот на нужное время: от 2 часа до целого дня. Бронь мгновенно закрепляется за вами.

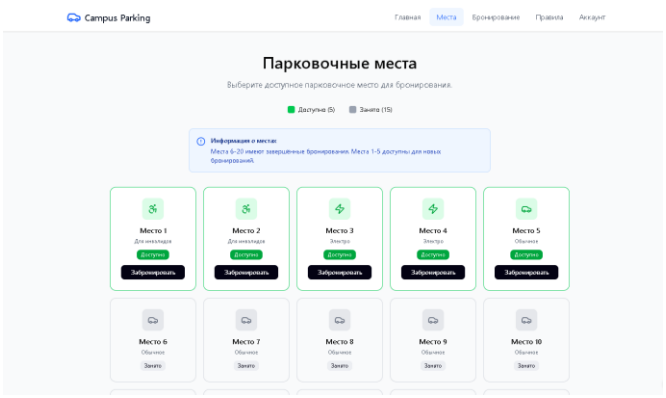


Рисунок 2. Места для бронирования

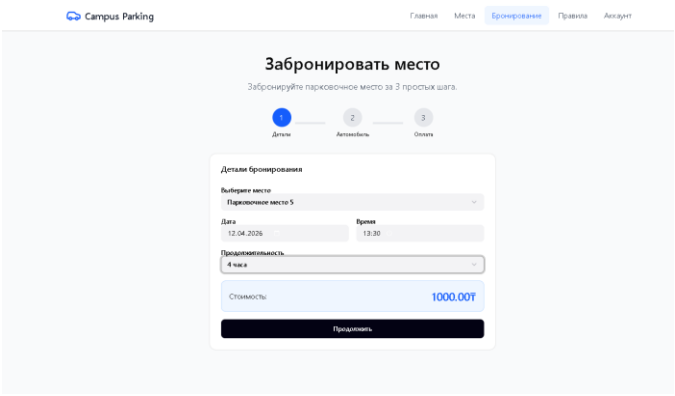


Рисунок 3. Первый этап бронирования

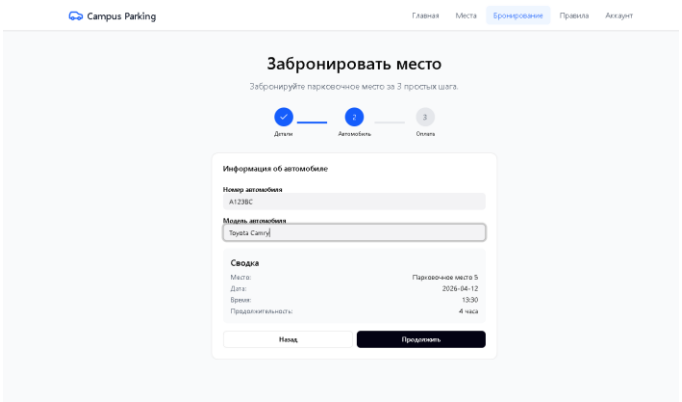


Рисунок 4. Второй этап бронирования

2. Личный кабинет:

После простой регистрации (через email или номер телефона) у каждого пользователя появляется личный кабинет. В нём можно:

a. Просматривать все свои активные и прошлые бронирования
b. Отменять бронь (с возвратом средств при соблюдении правил)
c. Получать push-уведомления и SMS-напоминания

3. Прозрачные правила парковки

Чтобы избежать хаоса, на сайте опубликованы чёткие правила:

a. Максимальное время брони - 12 часов

b. Запрещена ночная парковка без специального разрешения

c. Штраф за нарушение (оставление машины без брони) - 3000 тенге (списывается автоматически)

d. В случае форс-мажора (поломка автомобиля) предусмотрена бесплатная эвакуация на специальную зону.

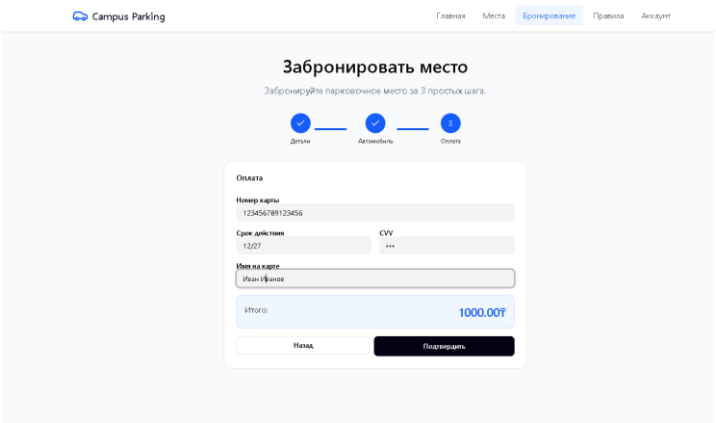


Рисунок 5. Третий этап бронирования

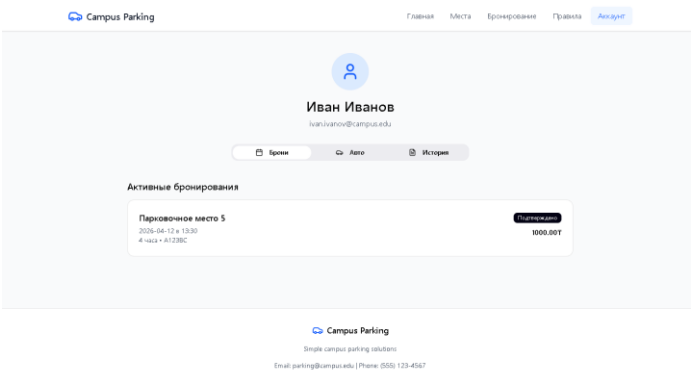


Рисунок 6. Личный кабинет и активная бронь

4. Оплата одной кнопкой

Платежи принимаются только через казахстанские банковские карты. Самый популярный вариант - Kaspi Pay. Оплата занимает 10-15 секунд. Деньги списываются моментально, а чек сразу появляется в личном кабинете.

Как это работает на практике:

1. Заходите на сайт campus-parking.kz
2. Авторизуетесь. Выбирайте свободное место и время
3. Оплачиваете через Kaspi (или другую карту)
4. Получаете номер места

5. Приезжаете, выводите свои на специальный аппарат своё забронированное место - и без каких-либо проблем припарковаться

Всё просто и без лишних слов.

Почему Campus Parking - это удобно именно сейчас:

1. Ограниченное количество мест (всего 20) гарантирует, что система не превратится в «лотерею».
2. Полная прозрачность - каждый видит, кто и когда занял место.
3. Локальная оплата - никаких иностранных платёжных систем и комиссий.
4. Маленький, но надёжный проект - команда разработала его «под себя» и теперь масштабирует под другие кампусы Казахстана.

Будущие планы:

- Добавление мобильного приложения;
- Интеграция с системой пропусков университета;
- Увеличение количества мест до 50+;
- Возможность корпоративных абонементов для преподавателей

Campus Parking - это пример того, как небольшой студенческий проект может реально улучшить жизнь тысяч людей. Если вы учитесь или работаете в кампусе и устали искать место для машины - добро пожаловать на сайт.

Список использованной литературы

1. Романовская О., Кувакина О. Ученые совершенствуют сервис для «умных парковок» в мегаполисе [Электронный ресурс] // Южно-Уральский государственный университет. – 2019. – 7 июня. – URL: https://www.susu.ru/ru/news/2019/06/07/uchenye-sovershenstvuyut-servis-dlya-umnyh-parkovok-v-megapolise .
2. Geng Y., Cassandras C. G. New “Smart Parking” System Based on Resource Allocation and Reservations [Электронный ресурс] // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2013. – URL: https://people.bu.edu/cgc/Published/TITSprint_09_13.pdf .
3. Автоматизированные парковочные системы: виды, преимущества и применение в Казахстане [Электронный ресурс] // Вирамакс. – URL: https://viramax.kz/avtomatizirovannye-parkovochnye-sistemy-vidy-preimushhestva-i-primenenie-v-kazahstane/ .
4. Kaspi Bank. Что такое API в Магазине на Kaspi.kz? [Электронный ресурс] // Kaspi Гид для партнеров. – Обновлено 19.03.2024. – URL: https://guide.kaspi.kz/partner/ru/shop/api/general/q3192 .
5. Javaheri A., Channamallu S. S., Kermanshachi S., Rosenberger J. M. Evaluating the Impact of Smart Parking Systems on Parking Violations // IEEE Access. – 2024. – Vol. 12. – P. 175585–175596.

Албагачиева Ф. А., студентка 2 курса специальности ИТЗД,
Научный руководитель: **Мұхиядин А. Ұ,**
доктор философии (PhD), и. о. доцента,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМАТИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В РЕЕСТРАХ РК

Аңдатпа. Мақалада мемлекеттік басқаруды цифрландыру жағдайында Қазақстан Республикасының Мемлекеттік тізілімдерінде дербес деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз етудің өзекті мәселелері қарастырылады. Ғылыми және талдамалық дереккөздерді талдау негізінде мемлекеттік тізілімдердегі дербес деректерді қорғау проблемаларының жүйелік сипаты туралы қорытынды негізделеді. Заңнаманы жетілдіруді, ақпараттық инфрақұрылымды жаңғыртуды және ақпараттық қауіпсіздік мәдениетін дамытуды қамтитын кешенді тәсілдің қажеттілігі айқындалды.

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные проблемы обеспечения безопасности персональных данных в государственных реестрах Республики Казахстан в условиях цифровизации государственного управления. На основе анализа научных и аналитических источников обоснован вывод о системном характере проблем защиты персональных данных в государственных реестрах. Определена необходимость комплексного подхода, включающего совершенствование законодательства, модернизацию информационной инфраструктуры и развитие культуры информационной безопасности.

Abstract. This article examines current issues related to ensuring the security of personal data in the state registries of the Republic of Kazakhstan in the context of the digitalization of public administration. Based on an analysis of academic and analytical sources, the article concludes that the challenges of protecting personal data in state registries are systemic in nature. The need for a comprehensive approach is identified, including the improvement of legislation, the modernization of information infrastructure, and the development of an information security culture.

Цифровая трансформация государственного управления в Республике Казахстан сопровождается интенсивным развитием информационных систем и реестров, которые аккумулируют колоссальные массивы персональных данных граждан. В современных условиях обеспечение безопасности персональных данных становится стратегически приоритетной задачей, так как в государственных реестрах сохраняется критическая проблема несанкционированного доступа, вызванная системными уязвимостями и недостаточной защищенностью конфиденциальных сведений. Частые инциденты утечек данных провоцируют прямые угрозы для населения, включая рост случаев мошенничества, фишинга и значительные финансовые потери.

Как справедливо отмечают Ерболатов Е.Е. и другие авторы (2023), «в условиях цифровизации персональные данные становятся стратегическим ресурсом, требующим комплексной защиты на технологическом и правовом уровнях» [2]. Государственные реестры, такие как базы eGov, медицинские, налоговые системы, являются критически важными объектами, компрометация которых угрожает не только частным интересам, но и национальной безопасности в целом.

Основу регулирования составляет Закон РК «О персональных данных и их защите», однако исследователи отмечают его ограниченность в условиях цифровой трансформации. В частности, Искакова Ж.Т. и другие авторы (2022) подчеркивают, что текущее законодательство не в полной мере адаптировано к цифровым реалиям, имеет пробелы в части регулирования новых видов данных и не обеспечивает надлежащую защиту субъектов.

Авторы отмечают «наличие существенных вызовов и пробелов в национальной системе защиты персональных данных», особенно в части трансграничной передачи и цифровых платформ [5]. Аналогичную позицию разделяет Ахметова С. (GRATA), акцентируя внимание на недостаточной детализации норм и слабых механизмах контроля за процессами обработки данных [4].

Особую категорию риска представляют биометрические данные, которые в силу своей уникальности и неизменяемости делают утечки фатальными и необратимыми, как отмечает Утеген Д. (2025). Казахстан существенно отстает от международных стандартов (GDPR, опыт США и ЕС) в области регулирования биометрии, не располагая строгими механизмами защиты и требованиями к ее хранению, что создает повышенные угрозы при использовании биометрических данных в системах идентификации. [1].

Помимо технических аспектов, значительная доля инцидентов обусловлена человеческим фактором: низкий уровень цифровой грамотности пользователей и отсутствие «цифровой гигиены» значительно увеличивают риски. Ерболатов Е.Е. и другие авторы (2023) подчёркивают, что значительная доля утечек связана с действиями пользователей, а низкий уровень цифровой грамотности увеличивает риски [2].

Танжарыкова А. (2024) отмечает, что, несмотря на формальное наличие ответственности, уровень правоприменения остаётся низким, отсутствует полноценная практика защиты прав субъектов данных. При сравнении с GDPR выявляются более слабая защита прав граждан, меньшие штрафные механизмы и недостаточная прозрачность обработки данных [3]. Таким образом, дальнейшая цифровизация без глубокой модернизации архитектуры систем и ужесточения ответственности может привести к росту киберугроз и окончательной утрате доверия граждан к государственным информационным ресурсам.

Компрометация персональных данных, хранящихся в государственных информационных ресурсах, влечет за собой комплексные негативные последствия, включая рост случаев мошенничества, кражу личности, подрыв доверия

граждан к государственным институтам и возникновение прямых угроз национальной безопасности. Высокая степень уязвимости таких баз данных обусловлена их специфическими характеристиками, прежде всего значительной централизацией и масштабом, поскольку реестры аккумулируют сведения о миллионах граждан, включая ИИН, адреса, медицинскую информацию и биометрические данные

Дополнительным фактором риска выступает интеграция систем: хотя межведомственное взаимодействие повышает эффективность управления, оно одновременно увеличивает вероятность «цепных утечек», когда взлом одного сегмента ставит под угрозу всю сеть. Системная проблема заключается в приоритете скорости цифровизации над безопасностью: в процессе масштабного внедрения сервисов основной акцент делался на охват аудитории и оперативность работы, в то время как защищенность инфраструктуры оставалась на втором плане. Подобный подход привел к многолетнему накоплению технологических уязвимостей, недостаточной защищенности информационных систем и закономерному росту числа утечек конфиденциальной информации.

На основе анализа научно-аналитических источников можно сделать вывод, что проблемы обеспечения безопасности персональных данных в Республике Казахстан носят глубоко системный характер, поскольку современные уязвимости порождены совокупностью правовых, технических и организационных факторов. Одной из фундаментальных причин текущего состояния является долгосрочный приоритет скорости и масштаба цифровизации над вопросами безопасности. Параллельно с этим наблюдается выраженное отставание национального законодательства от темпов развития технологий, что особенно остро проявляется в регулировании биометрических данных и деятельности цифровых платформ.

Ситуация осложняется низкой эффективностью правоприменения: наличие формальных юридических норм не обеспечивает гражданам реальной защиты, а механизмы контроля за обработкой данных ограниченные. Сами государственные реестры как объекты защиты обладают повышенной уязвимостью, обусловленной их архитектурной централизацией и колоссальным масштабом накопленной информации о миллионах субъектов. Наконец, в качестве одного из дестабилизирующих факторов эксперты выделяют критическую роль человеческого фактора, который, на фоне недостаточной «цифровой гигиены» и низкой грамотности пользователей, остается одним из источников утечек конфиденциальных сведений.

В ходе проведённого исследования установлено, что утечки персональных данных в государственных реестрах Республики Казахстан носит комплексный и системный характер. Современные условия цифровизации государственного управления привели к значительному увеличению объёмов обрабатываемых данных, что, в свою очередь, усилило риски их утечки и несанкционированного доступа. Анализ научных и аналитических источников пока-

зал, что существующая система защиты персональных данных в РК сталкивается с рядом существенных проблем. Накопленные за последние 20 лет технологические и управленческие вызовы подтверждают, что точечных мер защиты недостаточно для обеспечения устойчивости государственных информационных систем. Таким образом, повышение уровня безопасности персональных данных в государственных реестрах требует реализации целостного подхода, включающего совершенствование законодательства с учётом международных стандартов, модернизацию архитектуры государственных систем, усиление контроля и ответственности, а также развитие культуры кибербезопасности.

В заключении следует подчеркнуть, что без реализации вышеперечисленных мер дальнейшая цифровизация будет сопровождаться ростом киберугроз и снижением доверия граждан к государственным информационным системам. Эффективная защита персональных данных должна стать не сопутствующим, а основополагающим элементом стратегии цифрового развития Республики Казахстан.

Список использованных источников

1. Утеген Д. Защита биометрических данных: анализ законодательства Казахстана в контексте зарубежной практики (2025)
2. Ерболатов Е.Е., Жетписов С.К., Бексултанов А.С. Конфиденциальность персональных данных в условиях применения цифровых технологий (2023)
3. Танжарыкова А. Ответственность за нарушение законодательства о персональных данных в Казахстане: сравнительный анализ с Россией и GDPR (2024)
4. Ахметова С. Некоторые аспекты законодательства о защите персональных данных (GRATA)
5. Iskakova Zh.T., Kadyrzhanova T.S. Analysis of problems and challenges in the legislation of the Republic of Kazakhstan on personal data protection (2022).

Максимова Е.П., студентка 2 курса специальности ВТПО,
Научный руководитель:
Мұхиядин А.Ұ, доктор философии (PhD), и. о. доцента
Учреждение «Esil University», г. Астана.

УМНЫЙ ДОМ НА ОСНОВЕ IOT: ОТ КОНЦЕПЦИИ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

Аңдатпа. Бұл мақала Заттар интернеті (IoT) технологияларын және олардың ақылды үй жүйелеріндегі қолданылуын қарастырады. Ол тұрмыстық процестерді автоматтандыру және орталықтандырылған басқару үшін интеллектуалды шешімдер әзірлеудің маңыздылығын айқындайды. ESP32 микроконтроллері негізіндегі прототиптік жүйе өрт, газ, ағып кету және қозғалыс сенсорларын, сондай-ақ температура мен ылғалдылықты бақылау құралдарын пайдалана отырып әзірленді. Автоматты жарықтандыру, дабыл мен пайдаланушыны хабардар ету функциялары бар қауіпсіздік жүйесі және веб-интерфейс арқылы басқару мүмкіндіктері іске асырылды. Ұсынылған шешімнің энергия тиімділігін, қауіпсіздігін және қолдану жеңілдігін арттыратыны көрсетілді. Алынған нәтижелер IoT технологияларын тұрмыстық салада қолданудың әлеуетін растайды.

Аннотация. В работе рассматриваются технологии Интернета вещей и их применение в системах «умного дома». Отмечается актуальность создания интеллектуальных решений для автоматизации и централизованного управления бытовыми процессами. Разработан прототип системы на базе микроконтроллера ESP32 с использованием датчиков огня, газа, протечки, движения, а также контроля температуры и влажности. Реализованы функции автоматического освещения, система безопасности с сигнализацией и уведомлением пользователя, а также управление через веб-интерфейс. Показано, что предложенное решение повышает энергоэффективность, безопасность и удобство эксплуатации. Полученные результаты подтверждают перспективность применения IoT-технологий в бытовой сфере.

Abstract. This paper examines Internet of Things (IoT) technologies and their application in smart home systems. It highlights the importance of developing intelligent solutions for the automation and centralised control of domestic processes. A prototype system has been developed based on the ESP32 microcontroller, utilising sensors for fire, gas, leaks and motion, as well as temperature and humidity monitoring. Functions for automatic lighting, a security system with an alarm and user notification, and control via a web interface have been implemented. It is demonstrated that the proposed solution improves energy efficiency, safety and ease of use. The results obtained confirm the potential for the application of IoT technologies in the domestic sphere.

В современном мире IoT-технологии развиваются в стремительном темпе. С каждым годом увеличивается количество подключенных устройств и пользователей. Интернет вещей (IoT) -технологии - концепция, которая объединяет физические объекты, устройства и системы с целью создания сети взаимосвязанных устройств, способных обмениваться данными и взаимодействовать друг с другом. На рисунке 1 показ рост количества IoT-устройств, подключенных к общей сети.

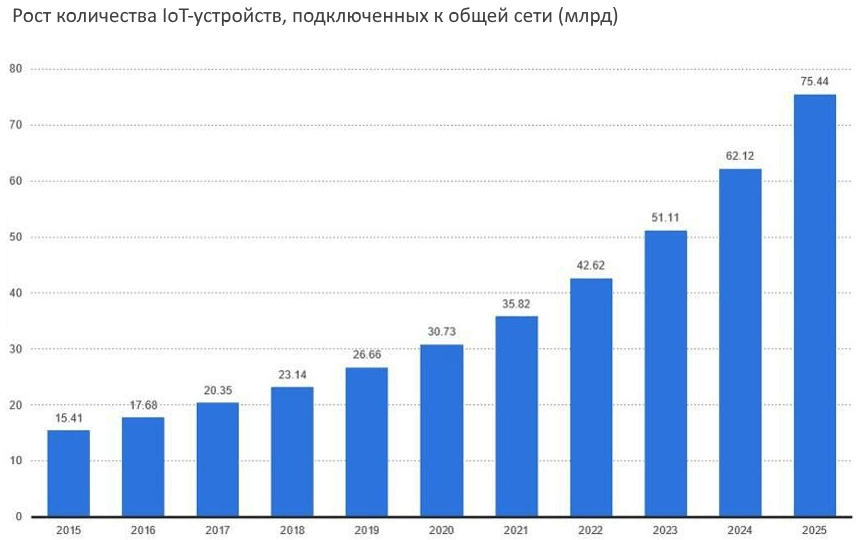


Рисунок 1 – Рост количества IoT-устройств, подключенных к общей сети

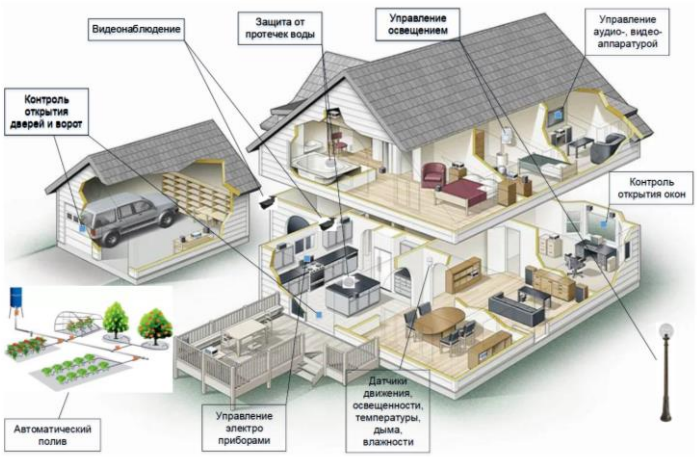


Рисунок 2 – Функционал системы «Умного дома»

Одно из широко распространенных направлений интернет вещей – система «Умного дома». «Умный дом» представляет собой интеллектуальную систему управления, с помощью которой обеспечиваются возможности автоматизации коммунальной инфраструктуры, систем сигнализации, противопожарной безопасности, телекоммуникаций. На рисунке 2 отображен один из возможных функционалов «Умного дома». Системы этого класса выполняют интеллектуальный анализ событий, связанных с инфраструктурой помещения

[4]. Возможность управления умным домом обеспечивается посредством коммуникационных систем и специализированного программного обеспечения.

Современные исследования посвящены развитию систем «умного дома» на базе IoT и адаптивных технологий управления. В работах Пахаева Х.Х., Айгумова Т.Г. и Абдулмукминовой Э.М. «умный дом» рассматривается как система домашней автоматизации с возможностью удалённого мониторинга и управления устройствами через сетевые технологии. Авторы подчеркивают значимость Интернета вещей и беспроводных сетей в интеграции устройств и повышении эффективности системы [1]. Провалихин С. акцентирует внимание на адаптивных системах, способных анализировать данные сенсоров и подстраиваться под условия и предпочтения пользователей [2]. В работах Водяновой С.А., Пупенцовой С.В. и Пупенцовой В.В. отмечается экономическая эффективность внедрения «умного дома», связанная с оптимизацией ресурсов и снижением затрат [3]. Вместе с тем исследователи выделяют проблемы безопасности и сложности интеграции устройств. В целом, наблюдается переход к более интеллектуальным и автономным системам, обеспечивающим повышение комфорта, безопасности и энергоэффективности.

Рынок предлагает широкий выбор платформ и датчиков для построения систем умного дома. На рисунке 3 приведен сравнительный анализ платформ для системы «Умного дома». Многие производители компонентов таких систем предоставляют специализированные приложения, позволяющие пользователям осуществлять управление устройствами и мониторинг состояния дома даже на расстоянии. Существует множество решений, обеспечивающих эффективную интеграцию и централизованное управление элементами умного дома.

Критерии оценки	Tuya	Яндекс	Aqara	Yeelight	Sber
Наполненность экосистем	Не только розетки, лампочки и выключатели, но и нишевые предложения	Станция, лампочки, розетки, пульт, телевизор, Яндекс Модуль с ТВ	Хаб, розетки, лампы, замки, камеры, шторы, выключатели и реле, контроллеры, датчики	Только осветительные приборы	Хаб, лампочка, колонки, розетка, беспроводная кнопка, датчики
Протокол Zigbee	есть	только в Яндекс Станции второго поколения	есть	-	есть
Поддержка Matter	компания подтвердила поддержку протокола	есть только в новой светодиодной ленте и умной розетке	есть в Центре умного дома Aqara Hub M3	есть в линейке премиальных осветительных приборов	отсутствуют устройства с поддержкой Matter
Голосовой помощник	Алиса, Alexa, Assistant Google	Алиса	Алиса, Маруся, Siri и Салют	Алиса, Siri	Салют
Настройка	приложение Tuya Smart или Smart Life	приложение «Дом с Алисой»	приложение Aqara Home	приложение Yeelight для умного света Xiaomi	настройка происходит в приложении банка
Представленность в мире	В 190 странах	Россия	Более 170 стран	100 стран	В России и некоторых странах СНГ

Рисунок 3 – Сравнительный анализ платформ для системы «Умного дома»

Применение данной технологии влечет за собой обширное количество положительных сторон. К основным преимуществам системы «умного дома» можно отнести повышение энергоэффективности, за счёт автоматизации

управления освещением, отоплением и бытовыми приборами. Также важным является оптимизация использования ресурсов (вода, тепло, электроэнергия) благодаря применению датчиков и интеллектуальных алгоритмов. Система обеспечивает повышение уровня безопасности, позволяя своевременно обнаруживать аварийные ситуации и уведомлять пользователя. Кроме того, реализуется удобство и удалённое управление, обеспечивающее контроль и настройку устройств через мобильные приложения или веб-интерфейсы.

В рамках данной работы была разработана система «умного дома» на основе микроконтроллера ESP32. В системе реализовано подключение различных датчиков, включая датчик огня, газа и протечки, что позволяет своевременно обнаруживать аварийные ситуации. На рисунке 4 отображена схема подключения датчиков к микроконтроллеру ESP32. При аварийных ситуациях пользователю приходит смс-сообщение об опасности. Для обеспечения безопасности была реализована система на основе лазера и фоторезистора с сигнализацией. Также в системе предусмотрен контроль климатических параметров - температуры и влажности с выводом информации на LCD-экран. Реализованы сценарии автоматического освещения: уличное освещение на основе фоторезистора и комнатное освещение на основе датчика движения. Дополнительно разработана умная розетка (USB), работающая через реле, а также реализовано управление освещением и розеткой через веб-интерфейс. Таким образом, вся система обеспечивает централизованное управление через сайт, что позволяет осуществлять мониторинг и контроль состояния дома в режиме реального времени.

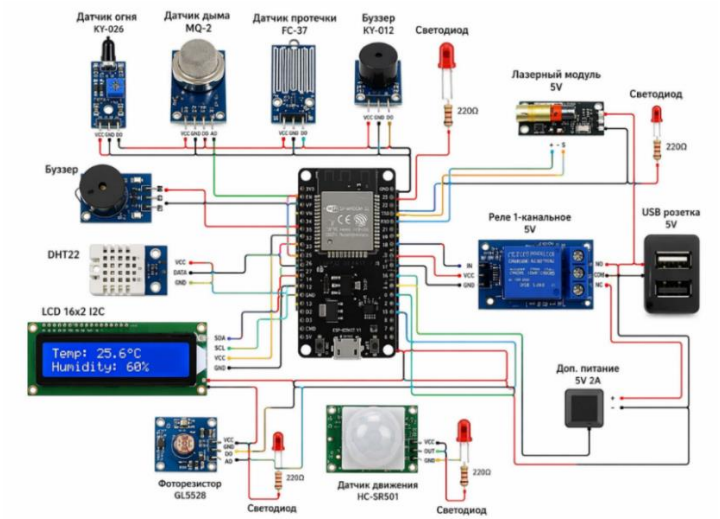


Рисунок 4 – Схема подключения датчиков к микроконтроллеруESP32

Таким образом, в ходе работы было рассмотрено развитие технологий Интернета вещей и их применение в системах «умного дома», а также проанализированы существующие решения и их функциональные возможности. Разработанная система на основе микроконтроллера ESP32 продемонстрировала возможность эффективной интеграции различных датчиков и исполнительных

устройств для обеспечения безопасности, энергоэффективности и автоматизации бытовых процессов. Реализация функций мониторинга, оповещения и удалённого управления через веб-интерфейс подтверждает практическую значимость предложенного решения. В результате можно сделать вывод, что применение IoT-технологий в системах «умного дома» позволяет повысить уровень комфорта, безопасности и рационального использования ресурсов, при этом остаются актуальными задачи повышения надёжности и информационной безопасности подобных систем.

Список литературных источников:

1. Пахаев Х. Х., Айгумов Т. Г., Абдулмукминова Э. М. Анализ технологий построения автоматизированной системы «Умный дом» // Инженерный вестник Дона. - 2023. - № 2. - С. 1–7. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tehnologiy-postroeniya-avtomatizirovannoy-sistemy-umnyy-dom/viewer
2. Провалихин С. Современные адаптивные системы в «умном доме» // Международный научно-исследовательский журнал. - 2024. - № 1 (139). - С. 115–119. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-adaptivnye-sistemy-v-umnom-dome/viewer
3. Водянова С. А., Пупенцова С. В., Пупенцова В. В. Механизмы развития и внедрения технологии «умный дом» // Инновации. - 2018. - № 7 (237). - С. 83–90. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizmy-razvitiya-i-vnedreniya-tehnologii-umnyy-dom/viewer
4. Мартюшев Н.В. // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 12–14 ноября 2014 г. : в 2 т. - Томск : Изд-во ТПУ, 2014. - Т. 1. - С. 71–72. - URL: https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/20266/1/conference_tpu-2014-C04-V1-028.pdf

Хамитова А. Е., студент 2 курса ОП ВТПО,
Научный руководитель: **Нуржанова А. Б.,** ст. преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ПОДБОРА АНАЛОГОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Аннотация. В статье представлена разработка интеллектуальной системы визуальной идентификации лекарственных средств и подбора их аналогов на основе методов машинного обучения и компьютерного зрения. Актуальность исследования обусловлена приоритетами государственной политики

цифровизации в Республике Казахстан и необходимостью повышения точности фармацевтического обслуживания. Предлагаемое решение реализовано в виде интеллектуальной системы, интегрированной с Государственным реестром лекарственных средств и медицинских изделий, что обеспечивает достоверность и юридическую значимость данных. Описаны структура нормативной и технической баз данных, а также алгоритм подбора аналогов на основе международных непатентованных наименований (МНН). Проведён анализ эффективности системы, демонстрирующий снижение уровня ошибок при отпуске лекарственных препаратов. Полученные результаты подтверждают целесообразность внедрения технологий искусственного интеллекта в фармацевтическую практику.

Аңдатпа. Мақалада машиналық оқыту және компьютерлік көру әдістеріне негізделген дәрілік заттарды визуалды сәйкестендіру және олардың баламаларын іріктеу интеллектуалды жүйесін әзірлеу қарастырылған. Зерттеудің өзектілігі Қазақстан Республикасындағы цифрландыру саясатының басымдықтарымен және фармацевтикалық қызмет көрсету дәлдігін арттыру қажеттілігімен негізделеді. Ұсынылған шешім дәрілік заттар мен медициналық бұйымдардың мемлекеттік тізілімімен интеграцияланған интеллектуалды жүйе түрінде жүзеге асырылған, бұл деректердің сенімділігі мен құқықтық маңыздылығын қамтамасыз етеді. Жұмыста нормативтік және техникалық деректер базасының құрылымы, сондай-ақ халықаралық патенттелмеген атаулар (ХПА) негізінде баламаларды іріктеу алгоритмі сипатталған. Жүйенің тиімділігіне жүргізілген талдау дәрілік заттарды босату кезінде қателіктер деңгейінің төмендеуін көрсетеді. Алынған нәтижелер фармацевтикалық практикада жасанды интеллект технологияларын енгізудің тиімділігін растайды.

Abstract. The article presents the development of an intelligent system for visual identification of medicines and selection of their analogues based on machine learning and computer vision methods. The relevance of the study is обусловлена the priorities of the digitalization policy in the Republic of Kazakhstan and the need to improve the accuracy of pharmaceutical services. The proposed solution is implemented as a intelligent system integrated with the State Register of Medicines and Medical Devices, which ensures the reliability and legal validity of the data. The structure of normative and technical databases, as well as the algorithm for selecting analogues based on International Nonproprietary Names (INN), are described. An analysis of the system's effectiveness demonstrates a reduction in the error rate during drug dispensing. The obtained results confirm the feasibility of implementing artificial intelligence technologies in pharmaceutical practice.

Ключевые слова: искусственный интеллект, компьютерное зрение, машинное обучение, лекарственные средства, МНН, визуальное распознавание, цифровое здравоохранение, автоматизация

Глава Республики Казахстан объявил 2026 год как «Год цифровизации и искусственного интеллекта», что отражает стратегическую направленность

государственной политики на внедрение цифровых технологий в ключевые отрасли экономики, включая здравоохранение (см. рисунок 1) [1].



Рисунок 1 - приоритетные направления реализации государственной программы «Цифровой Казахстан» (составлено по: Министерство цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности РК [2])

В условиях цифровой трансформации здравоохранения возрастает необходимость автоматизации фармацевтических процессов, направленных на снижение влияния человеческого фактора и повышение точности обработки информации. Несмотря на значительный прогресс в области искусственного интеллекта, алгоритмы машинного обучения не исключают вероятности ошибок при распознавании лекарственных препаратов.

В этой связи актуальной задачей является разработка специализированных интеллектуальных систем, интегрированных с официальными источниками данных, обеспечивающими достоверность и актуальность информации.

В рамках исследования разработана интеллектуальная система, интегрированное с Государственным реестром лекарственных средств и медицинских изделий Республики Казахстан, содержащим сведения о зарегистрированных препаратах и их международных непатентованных наименованиях (МНН) [3].

Использование государственного реестра обеспечивает юридическую значимость и достоверность данных (таблица 1).

Таблица 1 - структура данных Государственного реестра ЛС и МИ (нормативная)

№	Торговое название	МНН	Лекарственная форма	Производитель
1	Аспирин С	Нет данных	Таблетки шипучие	ТОО Байер КАЗ
2	Но-шпа	Дротаверин	Таблетки	ТОО STADA Kazakhstan
3	Ибуфен	Ибупрофен	Суспензия для приема внутрь	АО Химфарм

4	Нафтизин-Фармак	Нафазолин	Капли назальные	Представительство АО Фармак

Техническая структура базы данных расширяет нормативную модель за счёт дополнительных атрибутов, обеспечивающих функциональность системы (см. таблица 2).

Таблица 2 - структура базы данных приложения (техническая)

№	Торговое название	МНН	Уникальный ID	Код упаковки
1	Парацетамол	Paraceta-mol	d5b440d2-257a-4672-a0ce-f984734fc740	4601234567890
2	Ибупрофен	Ibuprofen	f85207fa-9cf9-42a1-bbcf-4d826b672de2	4609876543210
3	Амоксициллин	Amoxicillin	9a1ca020-0c75-48d9-b74c-9deff212f479	4600996633110

Объектом исследования является процесс визуального распознавания лекарственных средств. В работе использованы методы компьютерного зрения и машинного обучения, включая алгоритмы классификации изображений. Проведён сравнительный анализ эффективности различных моделей распознавания (рисунок 2) [4].

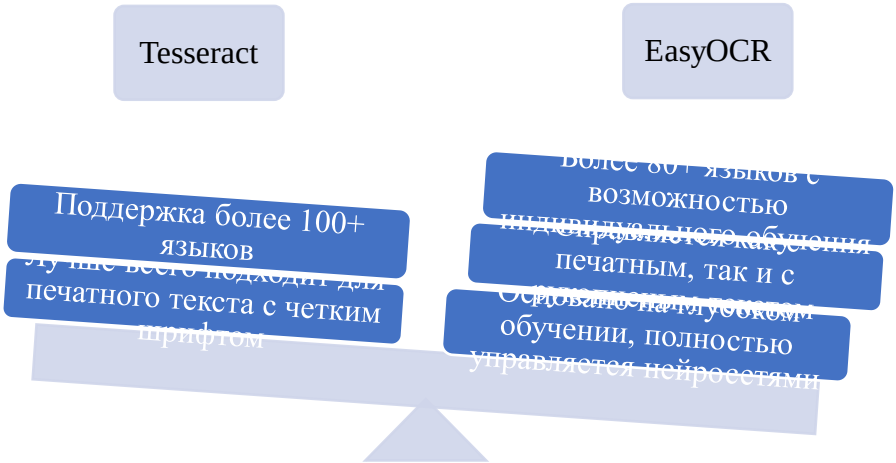


Рисунок 2 - Сравнительная эффективность алгоритмов распознавания

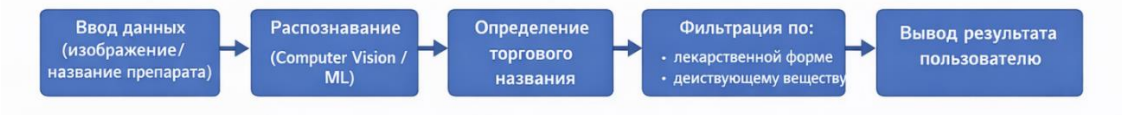


Схема 1 – Алгоритм подпора аналогов лекарственных средств

Алгоритм подбора аналогов реализуется на основе поиска по МНН с последующей фильтрацией по лекарственной форме и активным веществам (схема 1).

Разработанная система обеспечивает автоматизированную идентификацию лекарственных средств и подбор их аналогов, что способствует снижению количества ошибок при фармацевтическом обслуживании.

Анализ зарубежных исследований показывает, что внедрение цифровых систем в фармацевтическую практику позволяет повысить точность и снизить риск ошибок при отпуске препаратов. Сделан анализ зарубежных исследований в области цифровизации фармацевтических процессов (рисунок 3) [5-7].



Рисунок 3 – результаты анализа зарубежных исследований в области цифровизации фармацевтических процессов (составлено автором на основе анализа литературы)

Для количественной оценки эффективности используется показатель уровня ошибок (1):

$$E = \frac{\text{Nош}}{N\text{общ}} * 100\% \quad (1)$$

где E - уровень ошибок (%); Nобщ - общее число случаев; Nош - количество выявленных ошибок.

Моделирование показало, что при общем количестве случаев 22 уровень ошибок снизился с 73% (16 ошибок) до 27% (6 ошибок) после внедрения системы, что свидетельствует о её высокой эффективности.

Внедрение системы позволяет:

- минимизировать ошибки при отпуске лекарственных средств;
- повысить доступность терапии за счёт подбора аналогов;
- улучшить качество фармацевтических услуг.

Заключение. Проведённое исследование подтверждает актуальность применения технологий искусственного интеллекта и компьютерного зрения в фармацевтическом секторе Республики Казахстан.

Разработанная интеллектуальная система визуальной идентификации лекарственных средств и подбора аналогов демонстрирует высокую эффективность и практическую значимость. Интеграция с государственным реестром обеспечивает достоверность данных, а применение алгоритмов машинного обучения способствует повышению точности фармацевтического обслуживания.

Таким образом, предложенное решение является перспективным направлением развития цифрового здравоохранения и может быть использовано для дальнейшего совершенствования фармацевтических информационных систем.

Список использованных источников:

1. Администрация Президента Республики Казахстан. Об объявлении Года цифровизации и искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. - Официальный сайт Президента Республики Казахстан. - Режим доступа: https://www.akorda.kz/ru/ob-obyavlenii-goda-cifrovizacii-i-iskusstvennogo-intellekta-601222

2. Министерство цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан. Основные направления цифровизации экономики [Электронный ресурс]. - Официальный сайт gov.kz. - Режим доступа: https://www.gov.kz/memleket/entities/maidd/activities/14764

3. Министерство здравоохранения Республики Казахстан. Государственный реестр лекарственных средств и медицинских изделий [Электронный ресурс]. - Национальный центр экспертизы лекарственных средств и медицинских изделий. - Режим доступа: https://register.ndda.kz/#/m/reestr

4. Aditya Mangal. *Tesseract OCR vs EasyOCR: A Deep Architectural Duel Between the Old and the New* [Электронный ресурс]. - Medium, 18.04.2025. – Режим доступа: https://adityamangal98.medium.com/tesseract-ocr-vs-easyocr-a-deep-architectural-duel-between-the-old-and-the-new-0f52f7fd32d2

5. Hill A., White J. Digital systems in pharmacy practice // International Journal of Pharmacy Practice. - 2023. - Vol. 31, Supplement 2. - P. ii24. – DOI: 10.1093/ijpp/31.Supplement_2.ii24. - Режим доступа: https://academic.oup.com/ijpp/article/31/Supplement_2/ii24/7453130

6. Ошибки фармацевтов при отпуске препаратов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://odba.ru/oshibki-farmatsevtov-pri-otpuske-preparatov/

7. Yu L., et al. Implementation of digital dispensing systems // European Journal of Hospital Pharmacy. - 2024. - Vol. 32, Supplement 1. - P. A158. - DOI: 10.1136/ejhpharm-2024-eahp.317. - Режим доступа: https://ejhp.bmj.com/content/32/Suppl_1/A158.1

Барабан М., Абенов Р., Серик Б.,
студенты 1 курса специальности ИС,
Научный руководитель: **Кенебаева Д.Б.**, старший преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ «ЦИФРОВАЯ БИБЛИОТЕКА КАФЕДРЫ»

Аңдатпа

Бұл мақалада Python тіліндегі Flask фреймворкін қолдана отырып кафедраның цифрлық кітапханасын әзірлеу үдерісі қарастырылады. Жобаның негізгі кезеңдері сипатталады: талаптарды қалыптастыру, PostgreSQL деректер қорын жобалау, веб-интерфейсті іске асыру, пайдаланушыларды аутентификациялау және файлдарды жүктеу механизмдерін ұйымдастыру. Сонымен қатар, Flask-SocketIO арқылы нақты уақыттағы чат функционалының жүзеге асырылуы және жүйені тәжірибелік тексеру нәтижелері баяндалған.

Аннотация

В данной статье рассматривается процесс разработки цифровой библиотеки кафедры с использованием фреймворка Flask на языке Python. Описаны основные этапы проектирования и реализации: формирование требований, проектирование базы данных PostgreSQL, разработка веб-интерфейса на HTML, CSS и JavaScript, реализация аутентификации с использованием Flask-Bcrypt и обработка форм с помощью Flask-WTF. Также рассмотрена реализация загрузки файлов средствами Werkzeug и чата в реальном времени на основе Flask-SocketIO.

Abstract

This article examines the development of a digital library system for an academic department using the Flask framework in Python. The main stages of the project are described, including requirements analysis, PostgreSQL database design, and the development of a web interface using HTML, CSS, and JavaScript. The paper also covers user authentication with Flask-Bcrypt, form handling via Flask-WTF, file upload management using Werkzeug, and the implementation of real-time chat functionality with Flask-SocketIO.

В условиях цифровизации образовательного процесса особую актуальность приобретает эффективное управление учебными и методическими материалами кафедры. Отсутствие единой системы хранения документов, сложность поиска необходимых материалов и ограниченный доступ к ресурсам приводят к снижению качества образовательного процесса и увеличению временных затрат преподавателей и студентов.

В рамках учебного проекта была поставлена задача разработки программной системы «Цифровая библиотека кафедры» - функционального MVP

веб-приложения, обеспечивающего централизованное хранение, удобный доступ и управление учебными материалами. Система позволяет пользователям загружать, структурировать и находить необходимые документы, а также взаимодействовать между собой через встроенный чат.

На начальном этапе была определена предметная область и сформулированы функциональные требования к системе. Было установлено, что приложение должно обеспечивать: ведение базы учебных материалов (лекции, методические пособия, презентации, отчёты); регистрацию и авторизацию пользователей; загрузку и хранение файлов с возможностью их категоризации; быстрый поиск по ключевым словам, дисциплинам и авторам; разграничение прав доступа; а также обмен сообщениями между пользователями в режиме реального времени.

Серверная часть приложения реализована на языке Python с использованием фреймворка Flask. Для хранения данных применяется реляционная система управления базами данных PostgreSQL. Аутентификация пользователей реализована с применением Flask-Bcrypt, обеспечивающего безопасное хэширование паролей. Обработка веб-форм осуществляется с использованием Flask-WTF.

Функциональность загрузки и обработки файлов реализована с помощью библиотеки Werkzeug, что позволяет эффективно управлять пользовательским контентом. Для реализации чата в реальном времени используется технология WebSocket на основе библиотеки Flask-SocketIO, обеспечивающая двунаправленный обмен данными между клиентом и сервером.

Клиентская часть разработана с использованием HTML, CSS и JavaScript, что обеспечивает кросс-браузерную совместимость и удобный пользовательский интерфейс.

Разработанная система позволяет значительно упростить доступ к учебным материалам, повысить эффективность образовательного процесса и обеспечить централизованное управление ресурсами кафедры. Результаты тестирования показали стабильную работу приложения и его готовность к дальнейшему развитию и внедрению.

Назначение системы: цифровая библиотека кафедры представляет собой веб-платформу, предназначенную для удобного хранения, поиска и обмена учебными книгами между студентами.

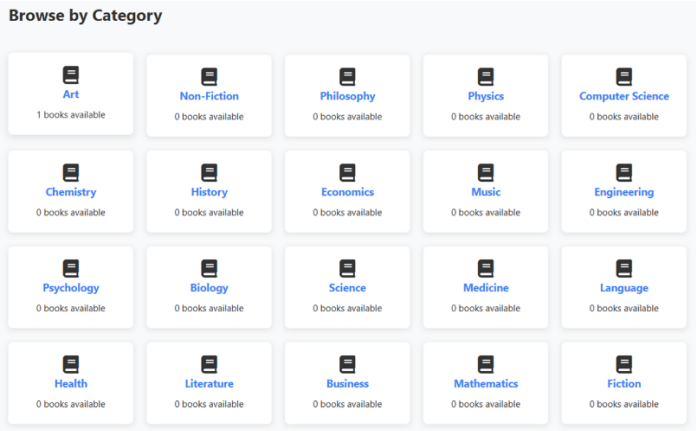


Рисунок 1. Интерфейс категорий

Основные цели системы:
- объединение учебных материалов в одном месте;
- упрощение поиска книг;
- возможность делиться книгами между студентами;
- быстрый доступ к информации о книгах.
Платформа позволяет создать цифровую среду для учебных ресурсов.

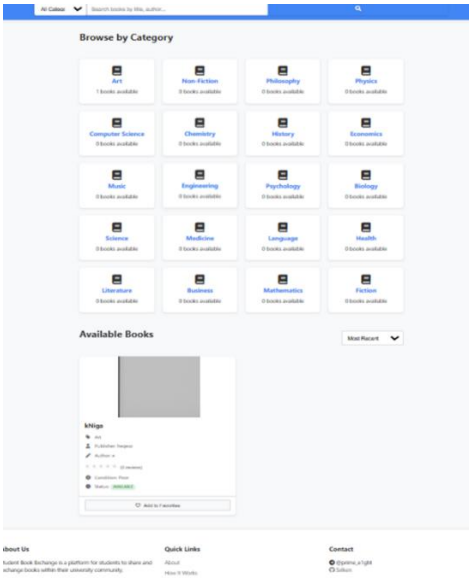


Рисунок 2. Интерфейс системы

Интерфейс платформы разработан так, чтобы пользователь мог быстро получить доступ ко всем основным функциям.

В верхней панели расположены основные разделы:
- My Books - список книг пользователя;
- Share a Book - добавление новой книги;
- Favorites - избранные книги;
- Messages - сообщения между пользователями;

- Account - личный кабинет;
- Logout - выход из системы.

Такая структура делает систему простой и интуитивно понятной.

Список используемой литературы

1. Grinberg M. Flask Web Development: Developing Web Applications with Python. - Sebastopol: O'Reilly Media, 2018.
2. Flask - официальный сайт. - https://flask.palletsprojects.com/
3. PostgreSQL - официальный сайт. - https://www.postgresql.org/
4. Flask-Bcrypt - документация. - https://flask-bcrypt.readthedocs.io/
5. Flask-WTF - документация. - https://flask-wtf.readthedocs.io/
6. Werkzeug - документация. - https://werkzeug.palletsprojects.com/
7. Flask-SocketIO-документация. - https://flask-socketio.readthedocs.io/
8. HTML Living Standard. - URL: https://html.spec.whatwg.org/
9. CSS - спецификация. - URL: https://www.w3.org/Style/CSS/
10. JavaScript - спецификация ECMAScript. - https://tc39.es/ecma262/
11. Fette I., The WebSocket Protocol (RFC 6455). - IETF, 2011.
12. Date C.J. An Introduction to Database Systems. - Pearson, 2003.

Оразбеков Б.Е, Нургалиев Т.А, Бадыров А.М, Қабылда А.С.,
студенты 2 курса специальности ВТПО,
Научный руководитель: **Кенебаева Д.Б.**, старший преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

BEGOOD: РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ВЕБ-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОЛОНТЁРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Аннотация. В данной статье описывается проектирование и разработка веб-платформы BeGood - многофункциональной системы управления волонтёрской деятельностью. Платформа реализована в виде одностраничного приложения (SPA) без использования фреймворков, исключительно на основе HTML5, CSS3 и JavaScript. Результатом работы является полноценный функциональный прототип, пригодный для дальнейшего масштабирования.

Андатпа. Бұл мақалада BeGood веб-платформасын жобалау мен әзірлеу сипатталады - волонтерлік қызметті басқарудың көп функциялы жүйесі. Платформа фреймворксіз, тек HTML5, CSS3 және нативті JavaScript негізінде бір бетті қосымша (SPA) түрінде жүзеге асырылды. Жұмыстың нәтижесі - одан әрі масштабтауға жарамды толыққанды функционалды прототип.

Abstract. This article describes the design and development of the BeGood web platform - a multifunctional volunteer activity management system. The platform is implemented as a Single-Page Application (SPA) without any frameworks,

using only HTML5, CSS3, and native JavaScript. The outcome is a fully functional prototype suitable for further scaling.

В современном обществе волонтёрство играет важную социальную роль, однако организация и управление волонтёрской деятельностью нередко сопряжены с рядом практических трудностей: отсутствием единой точки доступа для участников, сложностью учёта отработанных часов, невозможностью верификации участия и мотивации добровольцев.

Целью данной работы является проектирование и реализация веб-платформы BeGood, объединяющей на единой площадке волонтёров и организаторов, автоматизирующей учёт участия и обеспечивающей выдачу цифровых сертификатов и бейджей. Платформа разработана без применения внешних фреймворков, что снижает порог вхождения и упрощает дальнейшую интеграцию с бэкендом.

Задачи исследования включают: анализ требований к функциональности платформы, проектирование архитектуры SPA, реализацию пользовательского интерфейса для двух ролей, разработку системы мультиязычности, создание слоя базы данных и тестирование прототипа.

BeGood реализована как одностраничное приложение (SPA) на основе нативного HTML5, CSS3 и JavaScript без использования сторонних фреймворков.

Платформа поддерживает две роли пользователей: волонтёр и организатор (рисунок - 1).

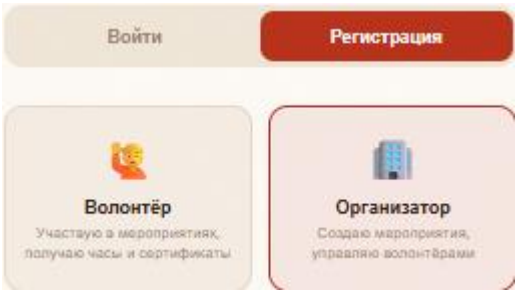


Рисунок - 1. Волонтёр и организатор

Личный кабинет волонтёра включает семь разделов, доступных через боковое меню. Состав разделов волонтёрского дашборда (рисунок - 2):

1. Обзор - статистика и список предстоящих мероприятий с переходом по клику;
2. События - фильтруемая сетка карточек мероприятий с записью;
3. История - хронологическая лента посещённых мероприятий;
4. Сертификаты - коллекция цифровых сертификатов с возможностью просмотра и загрузки;
5. Бейджи - набор полученных наград (цифровых и физических);
6. Подписки - управление подписками на организации;
7. Новости - лента обновлений от подписанных организаций.

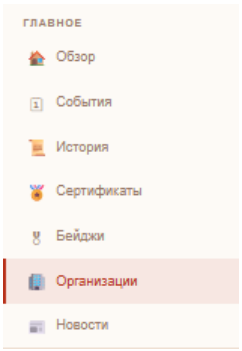


Рисунок - 2. Состав разделов волонтёрского дашборда



Рисунок - 3. Агрегированная статистика организатора



Рисунок - 4. Раздел «Мои мероприятия»

Организатор получает доступ к расширенному набору инструментов управления. Панель «Обзор» показывает агрегированную статистику (рисунок - 3): число мероприятий, волонтёров, суммарных часов и выданных бейджей. Раздел «Мои мероприятия» позволяет добавлять события через модальную форму (название, дата, время, место, количество часов, число мест, категория) и удалять их (рисунок - 4).

Раздел «Волонтёры» предоставляет таблицу зарегистрированных участников с возможностью перехода на профиль каждого волонтёра. Профиль волонтёра содержит три вкладки: историю участия, сертификаты и бейджи. Раздел «Бейджи» реализует выдачу наград через форму (выбор волонтёра, название, эмодзи, тип). Раздел «Приглашения» обеспечивает отправку email-приглашений с привязкой к конкретному мероприятию.

В ходе работы была спроектирована и реализована веб-платформа Be-Good - полнофункциональный прототип системы управления волонтёрской

деятельностью. Платформа обеспечивает полный жизненный цикл мероприятия - от публикации организатором до получения волонтёром цифрового сертификата.

Список использованных источников

1. Google Fonts / DM Sans & Playfair Display typefaces / Google LLC. – https://fonts.google.com.
2. MDN Web Docs / JavaScript Guide / https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Guide.
3. Google Developers / Web Fundamentals: Architecture / https://developers.google.com/web/fundamentals.
4. Молодёжное волонтёрское движение в Казахстане: тенденции и перспективы / https://www.xn—8sbempclcwd3bmt.xn–p1ai/article/19276.
5. Kazpravda / Цифровые волонтёры в Казахстане / https://kazpravda.kz/n/tsifrovye-volontery-poyavyatsya-v-kazahstane/.

Лебедева Д. А., студентка 2 курса специальности ВТПО,
Научный руководитель: **Кенебаева Д.Б.**, старший преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

БІЛІМБАЗ: РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПОИСКА РЕПЕТИТОРОВ И ОНЛАЙН-БРОНИРОВАНИЯ ЗАНЯТИЙ

Аннотация. В данной статье описывается проектирование и разработка веб-платформы БілімБаз - системы поиска репетиторов и бронирования учебных занятий. Платформа реализована в виде одностраничного приложения (SPA) без использования внешних фреймворков, исключительно на основе HTML5, CSS3 и нативного JavaScript. В работе рассматриваются архитектурные решения, реализованный пользовательский интерфейс, система фильтрации репетиторов по предметам, цене и формату занятий, механизм бронирования с выбором даты и времени, управление избранным и историей записей.

Андатпа. Бұл мақалада БілімБаз веб-платформасын жобалау мен әзірлеу сипатталады - репетиторларды іздеу және оқу сабақтарын брондаудың жүйесі. Платформа фреймворксіз, тек HTML5, CSS3 және нативті JavaScript негізінде бір бетті қосымша (SPA) түрінде жүзеге асырылды. Жұмыста архитектуралық шешімдер, пайдаланушы интерфейсі, пән, баға және сабақ форматы бойынша репетиторларды сүзу жүйесі, күн мен уақытты таңдай отырып брондау механизмі, таңдаулылар мен жазба тарихын басқару қарастырылады.

Abstract. This article describes the design and development of the БілімБаз web platform - a tutor search and lesson booking system. The platform is implemented as a Single-Page Application (SPA) without any external frameworks, using

only HTML5, CSS3, and native JavaScript. The paper discusses architectural decisions, the user interface, a tutor filtering system by subject, price, and lesson format, a booking mechanism with date and time selection, and management of favourites and booking history.

В современном обществе дополнительное образование приобретает всё большую значимость: спрос на услуги репетиторов стабильно растёт как среди школьников, готовящихся к ЕНТ и олимпиадам, так и среди студентов, желающих углубить знания по профильным дисциплинам. Тем не менее поиск квалифицированного преподавателя по-прежнему сопряжён с рядом трудностей: отсутствием единой верифицированной базы специалистов, сложностью сравнения условий и форматов занятий, неудобством организации расписания и отсутствием прозрачного механизма отзывов.

Задачи исследования включают: анализ требований к функциональности платформы, проектирование архитектуры SPA, реализацию пользовательского интерфейса каталога и профиля репетитора, разработку системы фильтрации и бронирования, создание модульного слоя данных и тестирование прототипа. БілімБаз реализована как одностраничное приложение (SPA) на основе нативного HTML5, CSS3 и JavaScript без использования сторонних фреймворков.

Главной страницей платформы является каталог репетиторов (рисунок - 1). Фильтры по формату занятий (онлайн / офлайн / выезд к ученику) и ценовому диапазону (поля pmin / pmax) применяются одновременно через единую функцию render().

Вкладка «Забронировать» реализует полный сценарий: выбор дня из ближайших семи, временного слота (занятые помечены флагом busy), формата занятия, ввод контактных данных и комментария.

Платформа предусматривает форму регистрации репетитора (рисунок - 4), открываемую через кнопку «Стать репетитором» в шапке сайта и в специальном баннере внизу каталога. Модальная форма собирает имя, предмет, опыт работы, формат занятий, стоимость урока и контактный номер телефона. После отправки формы отображается экран подтверждения с сообщением о модерации заявки.

В ходе работы была спроектирована и реализована веб-платформа БілімБаз - полнофункциональный прототип системы поиска репетиторов и онлайн-бронирования учебных занятий. Платформа реализует каталог с многокритериальной фильтрацией, детальные профили специалистов, систему бронирования с выбором даты и времени, управление записями и избранным.

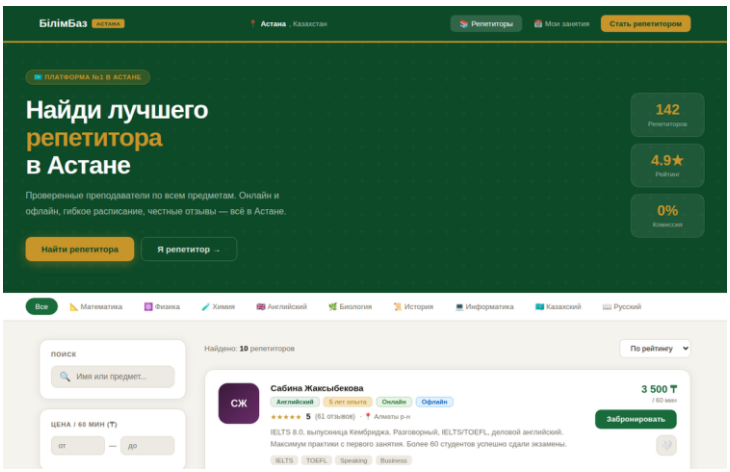


Рисунок - 1. Главная страница с hero-секцией
и каталогом репетиторов

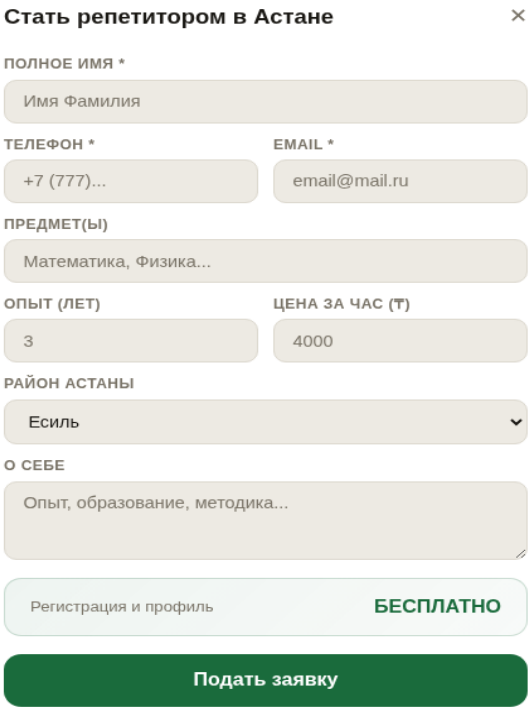


Рисунок - 2. Форма регистрации репетитора

Перспективы дальнейшего развития включают: подключение реального REST API и базы данных, реализацию системы авторизации с личными кабинетами ученика и репетитора, интеграцию платёжного шлюза, push-уведомления о предстоящих занятиях, мобильную адаптацию с применением Progressive Web App (PWA) технологий, а также аналитический модуль для репетиторов с отслеживанием динамики записей и отзывов.

Список использованных источников

1. MDN Web Docs / JavaScript Guide / https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Guide. – (дата обращения 10.03.2026 г).
2. MDN Web Docs / Single-page applications (SPA) / https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/SPA. – (дата обращения 12.03.2026 г).
3. Google Developers / Progressive Web Apps (PWA) / https://web.dev/progressive-web-apps/. – (дата обращения 14.03.2026 г).
4. Министерство просвещения РК / Дополнительное образование в Казахстане / https://edu.gov.kz. – (дата обращения 15.03.2026 г).
5. Kazpravda / Репетиторство в Казахстане: спрос и предложение / https://kazpravda.kz. – (дата обращения 15.03.2026 г).
6. Azattyq Rýhy / Цифровизация образования в Казахстане / https://rus.azattyq-ruhy.kz. – (дата обращения 16.03.2026 г).

Серик Д. С., студент 3 курса специальности ВТПО,
Научный руководитель: **Абдибекова Л. М.**, старший преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ВЕБ-СЕРВИСА ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ПОДБОРА ТОВАРОВ

Андатпа. Бұл мақалада пайдаланушы қызығушылықтарына негізделген тауарларды жеке іріктеу веб-сервисін әзірлеу қарастырылады.

Аннотация. В статье рассматривается разработка интеллектуального веб-сервиса «Selecto», предназначенного для персонализированного подбора товаров на основе анализа пользовательских интересов и интеграции с маркетплейсами.

Abstract. The article discusses the development of an intelligent web service for personalized product recommendations based on user preferences and marketplace integration.

Современный рынок электронной коммерции активно развивается, что сопровождается ростом ассортимента товаров и увеличением числа пользователей онлайн-платформ. В Казахстане, как и во всём мире, наблюдается устойчивая тенденция к увеличению доли интернет-торговли, при этом значительная часть продаж приходится на маркетплейсы. Однако увеличение количества товаров приводит к усложнению процесса выбора для пользователя, поскольку традиционные инструменты поиска и фильтрации перестают эффективно справляться с задачей нахождения релевантных предложений. В результате пользователь сталкивается с избыточным количеством вариантов, что ухудшает пользовательский опыт и снижает вероятность совершения покупки.

В этих условиях возрастает роль рекомендательных систем, позволяющих адаптировать контент под конкретного пользователя. Такие системы ана-

лизируют предпочтения и поведение пользователей, формируя персонализированные предложения. Использование персонализации позволяет повысить вовлечённость пользователей и увеличить эффективность онлайн-продаж. Однако большинство существующих решений ориентированы на крупные платформы, обладающие значительными объёмами данных, тогда как для небольших и средних сервисов задача персонализации остаётся сложной. Дополнительным ограничением является отсутствие интеграции между различными торговыми площадками, что не позволяет пользователю получать единый доступ к товарам из разных источников.

В рамках данной работы разработан интеллектуальный веб-сервис «Selecto», предназначенный для персонализированного подбора товаров на основе анализа пользовательских интересов и интеграции с несколькими маркетплейсами. Разрабатываемая система реализована в виде клиент-серверного приложения, в котором логика распределена между пользовательским интерфейсом, серверной частью и базой данных. Такой подход обеспечивает гибкость, масштабируемость и удобство дальнейшего развития системы.

Клиентская часть приложения реализована с использованием технологий Next.js и TypeScript и отвечает за взаимодействие пользователя с системой. Через интерфейс пользователь может просматривать каталог товаров, выполнять поиск, получать персонализированные рекомендации и управлять своими данными. Серверная часть построена на базе FastAPI и выполняет обработку входящих запросов, управление бизнес-логикой и формирование рекомендаций. Обмен данными между клиентом и сервером осуществляется через REST API с использованием формата JSON, что обеспечивает универсальность и простоту интеграции. Для хранения данных используется система управления базами данных PostgreSQL, позволяющая надёжно хранить информацию о пользователях, товарах и их характеристиках.

Одной из ключевых особенностей разработанного сервиса является интеграция с внешними маркетплейсами. На практике многие торговые площадки не предоставляют открытого программного интерфейса для получения данных, что усложняет процесс интеграции. В связи с этим в системе реализован механизм веб-скрапинга, позволяющий извлекать информацию непосредственно из веб-страниц. Для загрузки динамического контента используется библиотека Playwright, обеспечивающая выполнение JavaScript-кода страницы, а для анализа структуры HTML и извлечения необходимых данных применяется библиотека BeautifulSoup. В результате формируется единый каталог товаров, содержащий информацию из различных источников, включая названия, цены, изображения и характеристики товаров.

В основе работы сервиса лежит алгоритм персонализированных рекомендаций, реализованный с использованием методов контентной фильтрации. Каждый товар преобразуется в векторное представление на основе его текстовых характеристик, что позволяет перейти к числовому описанию данных. Для определения степени сходства между товарами используется косинусная мера,

позволяющая оценить близость векторных представлений. Формирование векторов осуществляется с применением детерминированного подхода на основе хеширования текстовых данных, что обеспечивает стабильность результатов и не требует использования ресурсоёмких моделей машинного обучения.

Особое внимание в системе уделено модели пользовательских интересов. В отличие от классических подходов, основанных преимущественно на истории взаимодействия пользователя с системой, предложенный подход учитывает интересы и хобби пользователя. На основе этих данных формируется профиль пользователя, который сопоставляется с характеристиками товаров. Это позволяет формировать более релевантные рекомендации даже при ограниченном объёме информации, что особенно важно на начальных этапах использования системы.

Разработанный веб-сервис предоставляет пользователю широкий набор функциональных возможностей, включая регистрацию и авторизацию, просмотр каталога товаров, поиск и фильтрацию, получение персонализированных рекомендаций и управление списком избранных товаров. Пользовательский интерфейс реализован с учётом современных требований к удобству и адаптивности, что обеспечивает комфортное взаимодействие с системой на различных устройствах.

Таким образом, в результате выполнения работы был разработан интеллектуальный веб-сервис, обеспечивающий персонализированный подбор товаров на основе анализа пользовательских интересов и интеграции с несколькими маркетплейсами. Предложенный подход позволяет повысить качество рекомендаций и улучшить пользовательский опыт даже в условиях ограниченных данных. Дальнейшее развитие системы связано с внедрением более сложных методов машинного обучения, расширением источников данных и совершенствованием алгоритмов анализа пользовательских предпочтений.

Список использованных источников:

1. Баландин Е.Г., Забродин А.В. Применение принципов UI/UX-дизайна для онлайн-платформы бронирования ж/д билетов: оптимизация пользовательского опыта и безопасности // Интеллектуальные технологии на транспорте. - 2024. - №1. - С. 78–83.

2. Дергачев А.М., Кореньков Ю.Д., Логинов И.П. и др. Технологии веб-сервисов. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2021. - 100 с.

3. Юшкевич Е.С., Ионин В.С. Разработка архитектуры веб-сервиса // 56-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 2020. - Минск, 2020. - С. 499–500.

4. Habr. Интеграция с маркетплейсами на примере Ozon и Wildberries. -2024. - https://habr.com/ru/companies/moysklad/articles/826524/

5. Ващенко И. Трансформеры для персональных рекомендаций на маркетплейсе: от гипотез до A/B-тестирования - 2025. –

https://habr.com/ru/companies/wildberries/articles/972082/
6. Нейросеть «Яндекс Маркета» научилась составлять подборки товаров для пользователей // Sostav. - 2024. – https://www.sostav.ru/publication/yandeks-market-67950.html
7. Котович Э.В., Шкор О.Н. Роль инструментов Big Data и Advanced Analytics в повышении эффективности веб-сайта в сфере электронной коммерции // Десятая международная научно-практическая конференция «BIG DATA and Advanced Analytics. BIG DATA и анализ высокого уровня», Минск, Республика Беларусь, 13 марта 2024 год. - Минск, 2024. - С. 199–203.
8. Широков И. А. Исследование производительности и методов хранения JSON-объектов в СУБД PostgreSQL // Вестник НГУЭУ. - 2023. - № 3. - С. 451–457.

Кабылбеков Е.Б., Магистрант 2 курса специальности ИС,
Научный руководитель: **Абдибекова Л.М.**, ст. преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Андатпа. Мақалада цифрлық технологиялар мен ақпараттық жүйелердің негізгі бағыттары қарастырылады. Жасанды интеллект, бұлттық есептеу, IoT, блокчейн сияқты технологиялар, деректерді талдау әдістері және цифрландырудың экономикаға әсері талданады. Цифрландырудың жүйелік сипаты көрсетіледі.

Аннотация. В статье рассматриваются основные направления развития цифровых технологий и информационных систем. Анализируются ключевые технические решения (ИИ, облака, IoT, блокчейн), математические методы обработки данных и влияние цифровой трансформации на экономику. Подчеркивается системный характер цифровизации.

Abstract. The article reviews main trends in digital technologies and information systems. It covers key technical solutions (AI, cloud computing, IoT, blockchain), mathematical methods for data analysis, and the impact of digital transformation on the economy. The systemic nature of digitalization is highlighted.

В условиях глобальной цифровизации цифровые технологии и информационные системы выступают ключевыми драйверами инновационного развития экономики и общества. Их внедрение приводит к трансформации производственных процессов, управленческих моделей и форм взаимодействия между субъектами.

Актуальность темы обусловлена необходимостью комплексного анализа современных тенденций развития цифровых технологий, а также оценки их влияния на технические, математические и экономические аспекты.

Цель работы - исследование современных тенденций и перспектив развития цифровых технологий и информационных систем.

Задачи:

- проанализировать технические аспекты цифровых технологий;
- рассмотреть математические методы и модели в цифровой среде;
- оценить влияние цифровой трансформации на экономику.

1. Технические аспекты цифровых технологий. Современные цифровые технологии базируются на развитой вычислительной инфраструктуре, включающей аппаратные средства, программные платформы и сетевые решения. Одним из ключевых направлений являются облачные вычисления, обеспечивающие масштабируемость, гибкость и снижение затрат на ИТ-инфраструктуру. Распространение получили гибридные и мультиоблачные архитектуры.

Искусственный интеллект и машинное обучение играют центральную роль в цифровой трансформации. Методы глубокого обучения позволяют решать задачи распознавания, прогнозирования и автоматизации процессов. Интернет вещей (IoT) обеспечивает интеграцию физических объектов в цифровую среду. Это способствует развитию киберфизических систем, используемых в промышленности, транспорте и городской инфраструктуре. Технология блокчейн применяется для создания распределённых систем хранения данных, обеспечивающих прозрачность и устойчивость к изменениям. Кибербезопасность становится критически важной областью, включающей методы защиты данных, системы обнаружения атак и криптографические механизмы.

Таким образом, техническое развитие цифровых технологий характеризуется интеграцией вычислительных, сетевых и интеллектуальных решений.

2. Математические методы и модели в цифровой среде. Математические методы являются основой функционирования цифровых технологий, обеспечивая формализацию процессов и анализ данных. Теория вероятностей и математическая статистика используются для обработки больших данных, построения прогнозных моделей и оценки неопределённости.

Линейная алгебра применяется в алгоритмах машинного обучения, включая обработку данных и обучение моделей. Методы оптимизации позволяют находить наилучшие решения в условиях ограничений и широко применяются в задачах управления и логистики. Графовые модели используются для анализа сложных систем, таких как социальные сети и транспортные структуры.

Численные методы обеспечивают решение задач, не имеющих аналитических решений, и применяются в инженерии, экономике и науке. Методы искусственного интеллекта, включая нейронные сети и байесовские подходы, позволяют эффективно работать с большими объёмами данных и решать сложные задачи. Следовательно, математические методы являются фундаментом цифровой среды.

3. Экономика и цифровая трансформация. Цифровая трансформация представляет собой процесс внедрения цифровых технологий во все сферы

экономической деятельности. Развитие цифровых платформ приводит к изменению бизнес-моделей и снижению транзакционных издержек. Автоматизация и роботизация процессов повышают производительность и эффективность деятельности организаций. Большие данные становятся стратегическим ресурсом, используемым для анализа, прогнозирования и принятия управленческих решений.

Цифровизация способствует развитию электронной коммерции, дистанционной занятости и онлайн-образования. Вместе с тем возникают вызовы, включая риски кибербезопасности, цифровое неравенство и изменения на рынке труда. Государственное регулирование направлено на развитие инфраструктуры, поддержку инноваций и формирование правовой базы цифровой экономики.

Таким образом, цифровая трансформация оказывает комплексное влияние на экономику.

Заключение. Проведённый анализ показывает, что развитие цифровых технологий и информационных систем носит системный и междисциплинарный характер. Технические решения (облачные вычисления, искусственный интеллект, IoT, распределённые системы) формируют инфраструктурную основу, тогда как математические методы обеспечивают формализацию, обработку и интерпретацию данных, а экономические механизмы определяют масштабы и эффективность внедрения.

Ключевой тенденцией является переход к данным как к стратегическому ресурсу: возрастает роль аналитики, алгоритмов машинного обучения и автоматизированных систем принятия решений. Параллельно усиливаются требования к надёжности, отказоустойчивости и кибербезопасности информационных систем, что требует внедрения комплексных архитектур защиты и управления рисками.

Перспективы развития связаны с дальнейшей интеграцией технологий - формированием киберфизических и интеллектуальных систем, распространением концепций цифровых двойников, edge- и fog-вычислений, а также развитием генеративных моделей искусственного интеллекта. Ожидается углубление автоматизации и переход к проактивным системам, способным не только реагировать, но и предсказывать события.

В экономическом аспекте продолжится трансформация бизнес-моделей в сторону платформенности и сервисной экономики, усилится конкуренция за данные и алгоритмы. Одновременно возрастёт значение человеческого капитала: востребованы специалисты, обладающие междисциплинарными компетенциями на стыке ИТ, математики и управления.

К числу ограничений и рисков относятся: технологическая зависимость, вопросы приватности и этики использования данных, цифровое неравенство, а также дефицит квалифицированных кадров. Их минимизация требует согласованных усилий государства, бизнеса и научного сообщества.

Таким образом, эффективное развитие цифровых технологий предполагает баланс между инновациями и управлением рисками, инвестиции в инфраструктуру и образование, а также внедрение стандартов и лучших практик управления данными и информационной безопасностью. Комплексный подход позволит обеспечить устойчивый рост и максимальную отдачу от цифровой трансформации.

Список использованных источников

1. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура. - М.: ГУ ВШЭ, 2016.
2. Шваб К. Четвёртая промышленная революция. - М.: Эксмо, 2017.
3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. - MIT Press, 2016.
4. Tanenbaum A., Wetherall D. Computer Networks. - Pearson, 2019.
5. Laudon K., Laudon J. Management Information Systems. - Pearson, 2020.
6. Davenport T., Ronanki R. Artificial Intelligence for the Real World // Harvard Business Review, 2018.
7. Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age. - W. W. Norton & Company, 2014.
8. OECD. Digital Economy Outlook. - OECD Publishing, 2023.
9. World Bank. World Development Report: Data for Better Lives. - 2021.
10. ISO/IEC 27001: Information Security Management Systems - Requirements.

Алмагамбетов А.О., студент 2 курса специальности ИС,
Научный руководитель: **Кульмамиров С. А.**,
и.о. доцента, к.т.н., академик МАИН,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ

Аннотация: В статье описаны форма и содержание алгоритмов систем распознавания речи. Реализация алгоритма распознавания речи основан на сравнении мелчастотных кепстральных коэффициентов выборок звуковых сигналов. Построен и исследован программный детектор речевой активности, позволяющего существенно снизить объем вычислительных ресурсов для рассматриваемой задачи.

Ключевые слова: распознавание речи, мелчастотные коэффициенты, кепстр.

В последнее время быстрым темпом развивается сфера автоматизации, которая является одним из главных направлений научно-технического прогресса в цифровой технике и технологии. Автоматизация призвана максимально упростить описываемые процессы и существенно увеличить эффективность их организации виртуальными инструментами. Сегодня таким инструментом выступает цифровизация - интеграция цифровых технологий в физические процессы. Участвуя в скоростной гонке эффективности взаимодействия человека и машины, привычные нам диалоговый и графический интерфейсы постепенно отступают, уступая некоторые позиции речевому интерфейсу. Системы с речевым интерфейсом не только упрощают взаимодействие человека с различными устройствами, но и открывают целый ряд различных возможностей: голосовая биометрия, синтез и анализ речи, обучение и образование, телефония.

Сейчас речевые технологии дошли и до домашней автоматизации, что позволяет избавиться от постоянных рутинных задач, внезапных форс-мажоров, принести удобство и комфорт в повседневный быт. Рассматривая рынок устройств для домашней автоматизации, можно выделить два класса систем:

- онлайн системы, требующие непрерывного доступа в сеть Интернет и онлайн системы, которые могут работать в автономном режиме без интернет-соединения. В настоящее время в период действия коронавирусной пандемии используются онлайн системы распознавания речи, так как интернет-технологии носят повсеместный характер. В виде примера рассмотрим функции программного комплекса с открытым исходным кодом PocketSphinx.

Недостатком PocketSphinx можно считать отсутствие в стартовом наборе функций возможности распознавания русскоязычной речи. Реализовать такой функционал возможно лишь путем изменения программного кода, что не под силу рядовому пользователю. Такое решение не может быть ориентировано на массовый рынок.

В нашей статье предпринята попытка разработки легко конфигурируемой онлайн системы распознавания речи, пригодной для запуска на компьютере, широко применяющийся для целей домашней автоматизации. Известно, что АЧХ человеческого слухового аппарата имеет нелинейный характер [1]. В связи с этим фактом использование привычных нам физических величин, таких как амплитуда и высота звука, является непродуктивной мерой.

Для решения данной проблемы были введены альтернативные единицы измерения: фон и мел.

Мел - это эмпирически полученная единица измерения высоты звука, основанная на психофизических параметрах восприятия. Фон - логарифмическая единица для оценки уровня громкости звука, учитывающая чувствительность человеческого слуха на разных частотах.

Мел удобно применять в системах анализа речи, так как его использование учитывает ряд особенностей слухового анализатора человека, делает чув-

ствительность алгоритмов более близкой к человеческим параметрам восприятия [2]. Перевод частоты из Гц в Мелы осуществляется с помощью выражения (1), а обратное преобразование - с помощью выражения (2).

$$m = 2595 \cdot \log_{10}\left(1 + \frac{f}{700}\right) = 1127 \cdot \ln\left(1 + \frac{f}{700}\right). \quad (1)$$

$$f = 700 \cdot (10^{m/2595} - 1). \quad (2)$$

где f - частота, измеряемая в герцах, m - частота в мелах. График, демонстрирующий мелчастотную шкалу, приведен на рисунке 1.

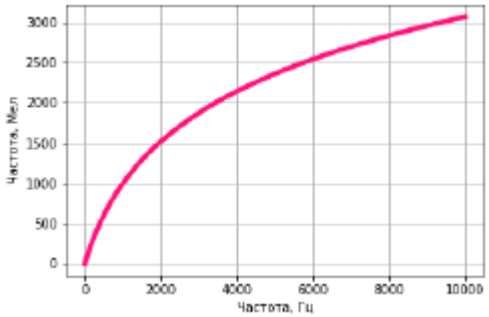


Рисунок 1 - Мелчастотная шкала

Теперь рассмотрим другой параметр для системы распознавания речи – это спектр речевого сигнала. В теории обработки сигналов под спектром понимают распределение энергии сигнала по частотам. Изучение спектра позволяет качественно оценить частотный состав сигнала [3].

Спектр звукового сигнала, согласно выражению (3), регистрируется, строится и оценивается стандартным методом дискретного преобразования Фурье (ДПФ), результат которого определяется как дискретная последовательность $X(m)$ в частотной области с N отсчетом сигнала:

$$X(m) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) exp\left(-i\frac{2\pi nm}{N}\right), \quad (3)$$

В таком случае, ДПФ представляет собой неэффективный инструмент с точки зрения использования памяти цифровой системы и ее вычислительного времени. Когда количество точек ДПФ увеличивается до тысяч значений, количество вычислительных операций крайне велико.

Устранения этой проблемы предложено Кули и Тьюки, которое сейчас именуется как быстрое преобразование Фурье (далее по тесту - БПФ), требующее в несколько раз меньшее количество вычислительных операций, чем стандартное ДПФ. При этом результат БПФ является не приближенным к ДПФ, а в точности повторяет его. Благодаря такой экономии ресурсов вычислительной системы БПФ можно реализовать на контроллерах.

Обычно, для вычисления БПФ *N* выбирают степенью двойки. Это необходимо для того, чтобы *N*/2 точечное ДПФ разбить на элементарные блоки по 2 отсчета, вычислить преобразование для них, а затем простой перестановкой знака поворотных множителей вычислить остальные слагаемые и собрать все синтезируемые данные воедино.

Применяется еще один параметр (утечка спектра) - это явление, заключающееся в растекании спектра по бинам преобразования (бин - интервал на шкале частот) , если частота входного сигнала в точности не равна центральной частоте одного из бинов.

Например, если частотная шкала имеет шаг в n кГц, а входящий сигнал - частоту 1.5n кГц, то возникнет утечка. Это неизбежный эффект при выполнении ДПФ реальных последовательностей конечной длины, потому что ограничение сигнала во времени – это свертка спектра идеального бесконечного сигнала со спектром прямоугольного окна. Окном называется специальная весовая функция, которая позволяет выделить некоторую часть сигнала [4]. В частности, прямоугольное окно позволяет ограничить бесконечную последовательность.

В общем случае АЧХ, ограниченной во времени косинусоиды, взвешенной прямоугольным окном, аппроксимируется функцией sinc(x):

$$X(m) = \frac{N}{2} \cdot \left[\frac{\sin(\pi k - \pi m)}{\pi k - \pi m} \right] = \frac{N}{2} \cdot \mathrm{sinc}(\pi k - \pi m). \quad (4)$$

$$sinc(x) = \begin{cases} \dfrac{\sin(x)}{x} & , x \neq 0; \\ 1 & , x = 0. \end{cases} \quad (5)$$

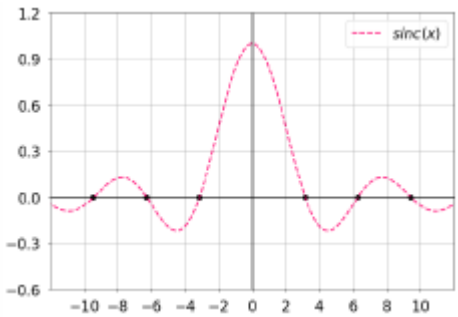


Рисунок 2 - График функции sinc(x)

Здесь функция sinc(x) есть результат преобразования Фурье прямоугольного окна (рисунок 2). Именно резкие переходы от 0 к 1 являются причиной возникновения боковых лепестков функции sinc(x). Для борьбы с утечкой, обусловленной боковыми лепестками, необходимо использовать окна, отличные от прямоугольного. Таких окон существует множество, каждое со своими достоинствами и недостатками. При выборе окна стоит искать компромисс

между шириной главного лепестка, уровнем первого лепестка и скоростью убывания высоты боковых лепестков с ростом частоты.

Обычно данных, полученных при помощи спектрального анализа сигнала, недостаточно для хорошей оценки сигнала. Одним из инструментов, который помогает повысить точность анализа, является кепстр (спектр спектра). Первоначальный спектр в данном случае представляется как самостоятельный сигнал. Используя кепстры, можно получить информацию в более компактном виде, что облегчает анализ данных.

Сверткой называется выражение вида:

$$f_2(t) = \int_0^t f_1(\tau) \cdot w(t-\tau) d\tau. \quad (6)$$

Свертка позволяет найти реакцию системы $f_2(t)$ при произвольном воздействии $f_1(t)$, если известная ее импульсная характеристика $w(t)$. Сигнал на выходе голосового тракта, работу которого можно интерпретировать как действие фильтра, можно представить в виде свертки:

$$f(t) = s(t) \otimes w(t). \quad (7)$$

где $s(t)$ - изначальный вид сигнала, $w(t)$ - характеристика фильтра, которая определяется параметрами голосового тракта.

Переходя в частотную область, можно получить:

$$F(\omega) = S(\omega) \cdot W(\omega). \quad (8)$$

Путем логарифмирования этого выражения перейдем к сумме:

$$\ln[S^2(\omega) \cdot W^2(\omega)] = \ln S^2(\omega) + \ln W^2(\omega). \quad (9)$$

Теперь, используя преобразование Фурье, получим окончательное выражение для кепстра будет иметь вид:

$$C(q) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \ln[F(\omega)]^2 \cdot e^{i\omega q} d\omega, \quad (10)$$

Здесь q имеет размерность времени, однако в силу проведенных преобразований это не простое время, а кепстральное. Иногда q называют сачтота (или кьюфренси).

Выше представленные выражения позволяют составить алгоритм синтеза значений мелчастотных кепстральных коэффициентов (MFCC - Mel-Frequency Cepstrum Coefficients). Эти коэффициенты позволяют выделить акустические параметры и признаки речи. Используя шкалу перевода частоты

сигнала в высоту звука в мелах, можно получить многомерные векторы признаков, которые в свою очередь передаются на алгоритмы сравнения [5].

Вычисление MFCC начинается с разбиения входящего речевого сигнала на отдельные перекрывающиеся интервалы - фреймы или кадры. Разбиение на фреймы совершается для уменьшения вычислительной сложности задачи, а перекрытия необходимы для сбора информации на границах фреймов, которую можно было бы потерять при последовательном их следовании. Как правило, длину фреймов выбирают от 20 до 40 миллисекунд, а перекрытие составляет 50%.

Для дальнейшего анализа данных необходимо произвести преобразование Фурье. Прежде чем это сделать, необходимо использовать оконную функцию для каждого фрейма, чтобы уменьшить утечку спектра и свести к минимуму разрывы сигнала. После применения оконной функции можно переходить к ДПФ, вычисляя при этом спектр мощности.

Полученные на предыдущем этапе спектральные коэффициенты накладываются на мел-частотные окна (рисунок 3), которые располагаются плотнее в диапазоне низких частот и увеличивают свое расхождение при переходе к высоким частотам. Такое расположение окон в наибольшей степени соответствует восприятию звука: чем ниже частота, тем меньше различий между соседними частотами.

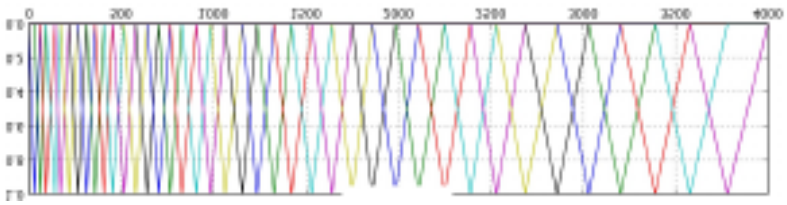


Рисунок 3. Окна на мелшкале

Полученные мелчастотные спектральные коэффициенты говорят о том, сколько энергии сигнала попало в каждое треугольное окно. Теперь осталось только получить кепстральные коэффициенты путем взятия «спектра спектра». Обычно для этого используют дискретное косинусное преобразование:

$$a_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cos\left[\frac{\pi}{N}\left(n+\frac{1}{2}\right)k\right], \quad k \in [0, N-1]. \tag{11}$$

Все эти спектральные коэффициенты речи в итоге позволят строить детектор речевой активности (англ. Voice Activity Detector, VAD) – он представляет собой программный алгоритм, позволяющий обнаружить голосовую активность во входном акустическом сигнале, отделяя при этом активную речь от фонового шума или тишины [6]. Использование такой системы позволит существенно сократить количество вычислительных операций, а также исключить возможность записи тишины в словарь.

Реализовать VAD возможно множеством различных способов. В ходе реализации настоящего проекта был разработан собственный алгоритм выделения речевых данных из общего аудиопотока. Для этого были использованы три различные характеристики, которые позволяют четко обнаружить периоды речевой активности:

1) краткосрочная энергия (англ. Short Term Energy, STE) - это обычная энергия, которая вычисляется для каждого фрейма отдельно. Как ранее было сказано, длина фреймов подбирается порядка 10−40 мс, так что такое название вполне оправданно. Вычислить краткосрочную энергию можно следующим образом [6]:

$$E = \sum_{m=0}^{N-1} s^2(m) \quad . \tag{12}$$

Здесь $s(m)$ - мощность m-го фрейма, N - количество фреймов. График зависимости краткосрочной энергии от номера фрейма приведен на рисунке 4.

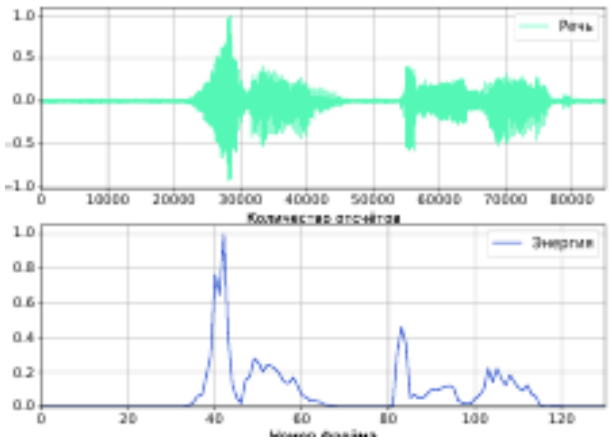


Рисунок 4 - Краткосрочная энергия речевого сигнала

2) частота пересечения нуля (англ. Zero Crossing Rate, ZCR) - эта величина показывает, сколько раз в течение фрейма сигнал меняет свой знак. Количество пересечений для функции речевого сигнала будет заметно меньше, чем у функции, описывающей шум, так как речевой диапазон характеризуется преимущественно низкими частотами по сравнению с шумом [7].

Рассчитать ZCR можно по формуле [8]:

$$Z(n) = \sum_{m=1}^{N} |\mathrm{sign}[s(m)] - \mathrm{sign}[s(m-1)]|. \tag{13}$$

На рисунке 5 представлен график частоты пересечения нуля. Из рисунка видно, что, начиная примерно с 40 фрейма, значение частоты пересечения нуля падает, что говорит о наличии речевой активности.

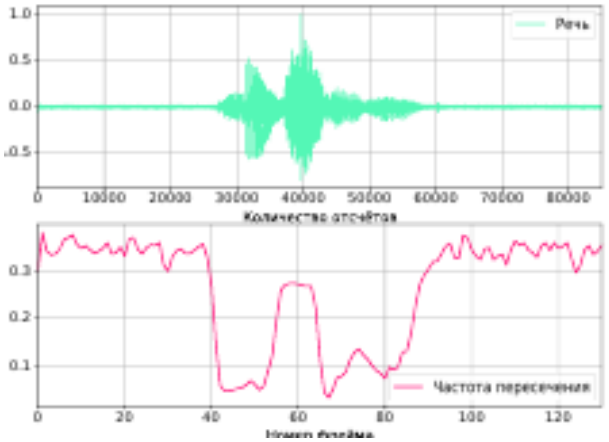


Рисунок 5 - Частота пересечения нуля

3) Мера спектральной плоскостности (англ. Spectral Flatness Measure, SFM) - это спектральная характеристика, используемая в цифровой обработке сигналов, которая дает хорошую количественную оценку наличия речевых фрагментов в потоке аудиоданных [6].

Вычислить эту характеристику можно по формуле:

$$F = 10\lg\cdot\frac{G}{A} = 10\lg\cdot\frac{\left(\prod_{m=0}^{N-1} s(m)\right)^{\frac{1}{N}}}{\frac{1}{N}\sum_{m=0}^{N-1} s(m)}, \tag{14}$$

где G и A есть среднее геометрическое и арифметическое соответственно.

Верхний предел спектральной плоскостности (приближающая к 1 без учета шкалы Дб) говорит о том, что спектр имеет одинаковое количество мощности во всем диапазоне частот, что схоже с белым шумом. График спектра в таком случае будет выглядеть относительно плоско и гладко.

Нижний предел спектральной плоскостности (близкая к 0 без учета шкалы Дб) указывает на то, что мощность сигнала сосредоточена в относительно небольшой полосе частот. В таком случае график спектра будет иметь четко выраженные пики активности.

Таким образом, вычисляя спектральную плоскостность для каждого фрейма можно наблюдать хорошо заметные периоды речевой активности. График спектральной плоскостности тестового речевого сигнала показан на рисунке 6.

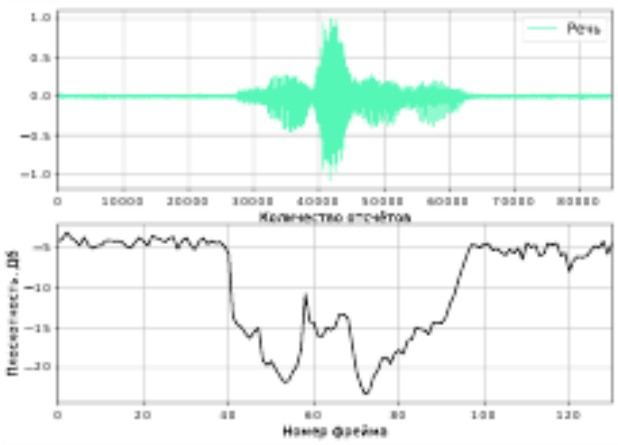


Рисунок 6 - Спектральная плоскостность речевого сигнала

Как видно из графиков, каждая величина помогает оценить наличие речи в потоке аудиоданных.

Теперь опишем возможности и преимущества разработанного алгоритма распознавания речи. Прежде всего для упрощения вычислительной задачи и более точного наблюдения изменений сигнала производится разбиение аудиосигнала на фреймы. Разбиение длительностью 30 миллисекунд, с перекрытием 50%.

Для увеличения производительности можно распределить задачу между различными процессами, каждый из которых обрабатывает свой собственный фрейм.

Следующим шагом необходимо вычислить основные характеристики для каждого фрейма: краткосрочную энергию, частоту пересечения нуля и спектральную плоскостность. Для расчета плоскостности следует рассчитать спектр для каждого кадра. Далее отбираются первые 30 фреймов, которые, как правило, являются тишиной. Для работы алгоритма появляется необходимость установить пороги срабатывания, которые подбираются эмпирическим путем. Это единственные значения, которые устанавливаются извне.

Если значения всех трех характеристик для какого-либо фрейма превышают пороговое значение, то фрейм считается речевым и записывается в массив. В противном случае фрейм отмечается как невокализованный и отсеивается. Полученные речевые фреймы объединяются обратно в общий сигнал, который записывается в файл формата WAV.

После таких манипуляций с сигналом необходимо составить словарь речевых образцов, с которыми будет проводиться сравнение входящего сигнала. Для проверки системы были записаны различные речевые фрагменты. Запись производилась 2 раза для каждого слова, чтобы добавить некоторую энтропию в словарь, так как невозможно повторить одно и то же слово с одинаковой интонацией, скоростью. В конечном счете длина словаря составила 20 слов. В качестве входного сигнала использовался сигнал непосредственно с микрофона, подключенного к звуковой карте персонального компьютера.

Для сравнения двух временных рядов используется алгоритм динамической трансформации временной шкалы. На выходе этот алгоритм выдает степень подобия двух последовательностей в виде специальной переменной, значение которой записывается в массив. Чем меньше значение переменной, тем больше похожи друг на друга последовательности. Очевидно, что при сравнении двух одинаковых последовательностей, значение указанной переменной будет равно нулю. Сравнение производится со всеми доступными элементами словаря. Следующим этапом является нахождение минимального элемента массива и его индекса.

В заключении статьи отметим, что в ходе авторских исследований получены следующие результаты:

- точность распознавания речи определяется как 86%;
- точность срабатывания детектора речевой активности вычислялась как 97%;
- время выполнения распознавания составило 2 − 4 секунды.

Алгоритмы реализованы на Python. Составленный программный комплекс пригоден для запуска на компьютерах IoT класса Raspberry Pi, широко использующихся для построения смарт систем домашней автоматизации.

Список литературы:

1. Линдсей П., Норман Д. Переработка информации у человека. М.: Мир, 1974. 546 с.

2. Huang X., Acero A. Spoken Language Processing: A Guide to Theory Algorithm, and System Development. Prentice Hall, 2001. 965 p.

3. Lyons R. G. Understanding Digital Signal Processing. Addison Wesley Pub. Co, 2006. 656 p.

4. Bracewell R. N. The Fourier Transform and its Applications. McGraw Hill, 2000. 620 p.

5. Ganchev T., Fakotakis N. Comparative evaluation of various MFCC implementations on the speaker verification task // 10th International Conference on Speech and Computer. Patras, Greece, 2005.

6. Moattar M. H., Homayounpour M. M. A e-cient real-time voice activity detection algorithm // Laboratory for Intelligent Sound and Speech Processing (LISSP), Computer Engineering and Information Technology Dept. , Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran. 24 августа 2009.

7. Nandhini S., Shenbagavalli A. Voiced/Unvoiced Detection using Short Term Processing // International Journal of Computer Applications (0975-8887). 2014.

8. Bachu R., Kopparthi S., Adapa B., Barkana B. Voiced/Unvoiced Decision for Speech Signals Based on Zero-Crossing Rate and Energy // Advanced Techniques in Computing Sciences and Software Engineering, 201 0. Pp. 279-282.

Игнатенко А.А., студент 1 курса специальности ВТПО,
Научный руководитель: **Кенебаева Д. Б.**, старший преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

ПЛАТФОРМА СТАЖИРОВОК ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Аңдатпа. Бұл мақалада студенттерге арналған тағылымдама платформасын әзірлеу мәселесі қарастырылады. Жоба Telegram-бот түрінде жүзеге асырылып, HR-мамандарының негізгі жұмыс процестерін автоматтандыруға бағытталған. Жүйе үміткерлер туралы деректерді жинау, бос жұмыс орындарын басқару, сұхбаттарды жоспарлау және хабарламаларды автоматты түрде жіберу функцияларын орындайды. Зерттеу нәтижесінде ұсынылған шешімнің тиімділігі дәлелденіп, жұмыс уақытын айтарлықтай үнемдеуге мүмкіндік беретіні көрсетілді. Жоба HR-процестерді цифрландырудың заманауи құралы ретінде қарастырылады

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка платформы стажировок для студентов, реализованной в виде Telegram-бота. Основной целью проекта является автоматизация ключевых процессов работы HR-специалистов, включая сбор данных кандидатов, управление вакансиями, организацию собеседований и рассылку уведомлений. В работе описаны функциональные возможности системы и её архитектура. Полученные результаты демонстрируют повышение эффективности работы HR-отдела за счёт сокращения временных затрат и автоматизации рутинных операций.

Abstract. This article discusses the development of an internship platform for students implemented as a Telegram bot. The main objective of the project is to automate key HR processes, including candidate data collection, vacancy management, interview scheduling, and automated notifications. The paper describes the system architecture and its functional capabilities. The results demonstrate improved efficiency of HR operations by reducing time consumption and routine tasks.

В условиях развития информационных технологий автоматизация бизнес-процессов становится важным направлением повышения эффективности деятельности организаций. Особое значение это имеет в сфере управления персоналом, где значительная часть задач связана с обработкой данных кандидатов и организацией собеседований [1].

Одним из современных решений является использование чат-ботов, интегрированных в мессенджеры, которые позволяют автоматизировать взаимодействие с пользователями и упростить процессы подбора персонала [2].

В рамках данной работы рассматривается разработка платформы стажировок для студентов, реализованной в виде Telegram-бота, обеспечивающего автоматизацию работы с кандидатами и управление вакансиями.

Целью данной работы является разработка программного решения для автоматизации процессов подбора стажёров с использованием современных технологий [3].

Разрабатываемая платформа стажировок представляет собой Telegram-бот, реализованный на языке Python с использованием библиотеки telebot и Telegram API [2]. Для хранения данных используется Google Sheets, что обеспечивает простоту и доступность управления информацией [4].

Система включает клиентскую и административную части. Пользователь может просматривать вакансии, отправлять отклики, выбирать время собеседования и связываться с администратором (рисунок 1 и 2).

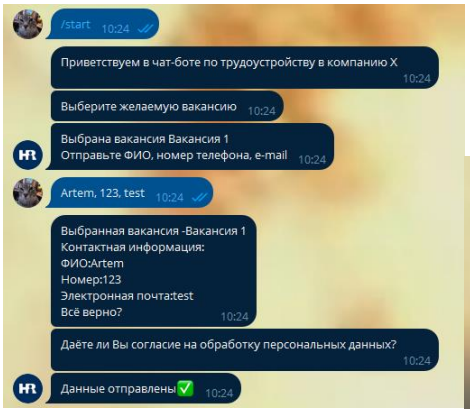


Рисунок 1 – Отправка отклика

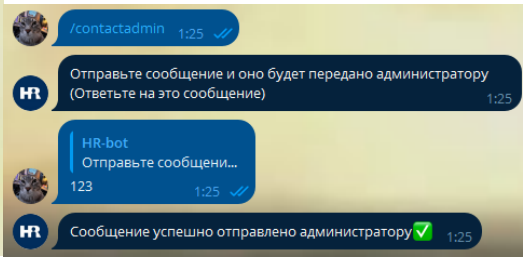


Рисунок 2 – Связь с админом

Административная панель позволяет управлять вакансиями, отслеживать кандидатов и контролировать процесс подбора (рисунок 3).

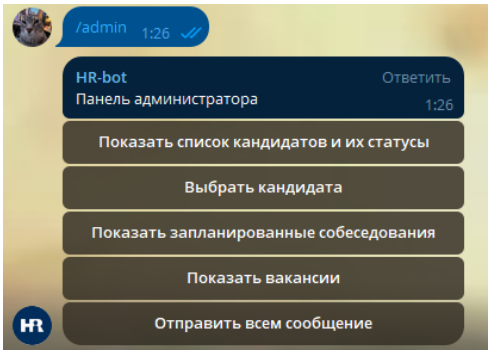


Рисунок 3 – Админ панель

Ключевой функцией является автоматизация планирования собеседований с возможностью выбора доступного времени и отправкой напоминаний, что снижает вероятность пропуска встреч (рисунок 4).

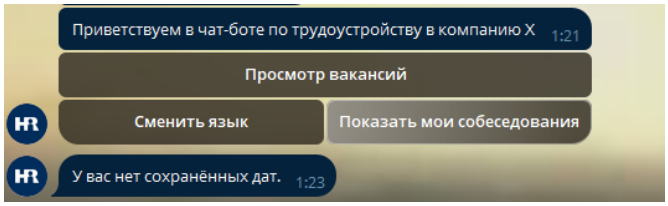


Рисунок 4 – Просмотр запланированных собеседований

Внедрение Telegram-бота позволяет сократить временные затраты на обработку кандидатов. Основные рутинные процессы автоматизируются, что снижает нагрузку на HR-отдел и повышает эффективность работы [1].

Таким образом, разработанное решение обеспечивает автоматизацию ключевых этапов подбора персонала и может быть адаптировано под различные организации [2].

В результате выполнения работы была разработана платформа стажировок для студентов в виде Telegram-бота, предназначенного для автоматизации процессов подбора персонала. Реализованное решение охватывает основные этапы взаимодействия с кандидатами, включая обработку заявок, управление вакансиями и планирование собеседований.

Использование современных технологий, таких как Python, Telegram API и Google Sheets, позволило создать удобную и функциональную систему, способную эффективно решать задачи HR-специалистов [2], [4].

Внедрение разработанного решения способствует снижению временных затрат на выполнение рутинных операций и повышению общей эффективности работы отдела персонала [1].

Таким образом, цель работы была достигнута, а созданная система может быть использована в качестве универсального инструмента автоматизации подбора стажёров.

Список использованных источников:

1. Кибанов А. Я. Управление персоналом организации. - М.: ИНФРА-М, 2021. - 695 с.
2. Telegram. Telegram Bot API - Режим доступа: https://core.telegram.org/bots/api.
3. Марр Б. Искусственный интеллект в бизнесе. - М.: Бомбора, 2022. - 320 с.
4. Google. Google Sheets API - https://developers.google.com/sheets/api.

Серикова А. К., Синельников А. Н., Шаканов А. А.,
студенты 1 курса специальности ВТПО,
Научный руководитель: **Кенебаева Д.Б.**, старший преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ “СКЛАД И УЧЕТ ТОВАРОВ”

Аңдатпа. Бұл мақала қоймадағы қорды басқаруға арналған бағдарламалық жүйені әзірлеу үдерісін қарастырады. Онда талаптарды анықтаудан және технологиялық стекті таңдаудан бастап қосымшаны құру мен нәтижелерді талдауға дейінгі жобалау мен іске асырудың негізгі кезеңдері сипатталады. Әзірлеудің практикалық аспектілеріне, соның ішінде нұсқаларды басқару жүйелері мен құрастыру құралдарымен жұмыс істеуге назар аударылады.

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс разработки программной системы для учета товаров на складе. Описаны основные этапы проектирования и реализации, начиная с постановки задачи и выбора технологического стека, и заканчивая сборкой приложения и анализом результатов. Особое внимание уделено практическим аспектам разработки, включая работу с системой контроля версий и инструментами сборки.

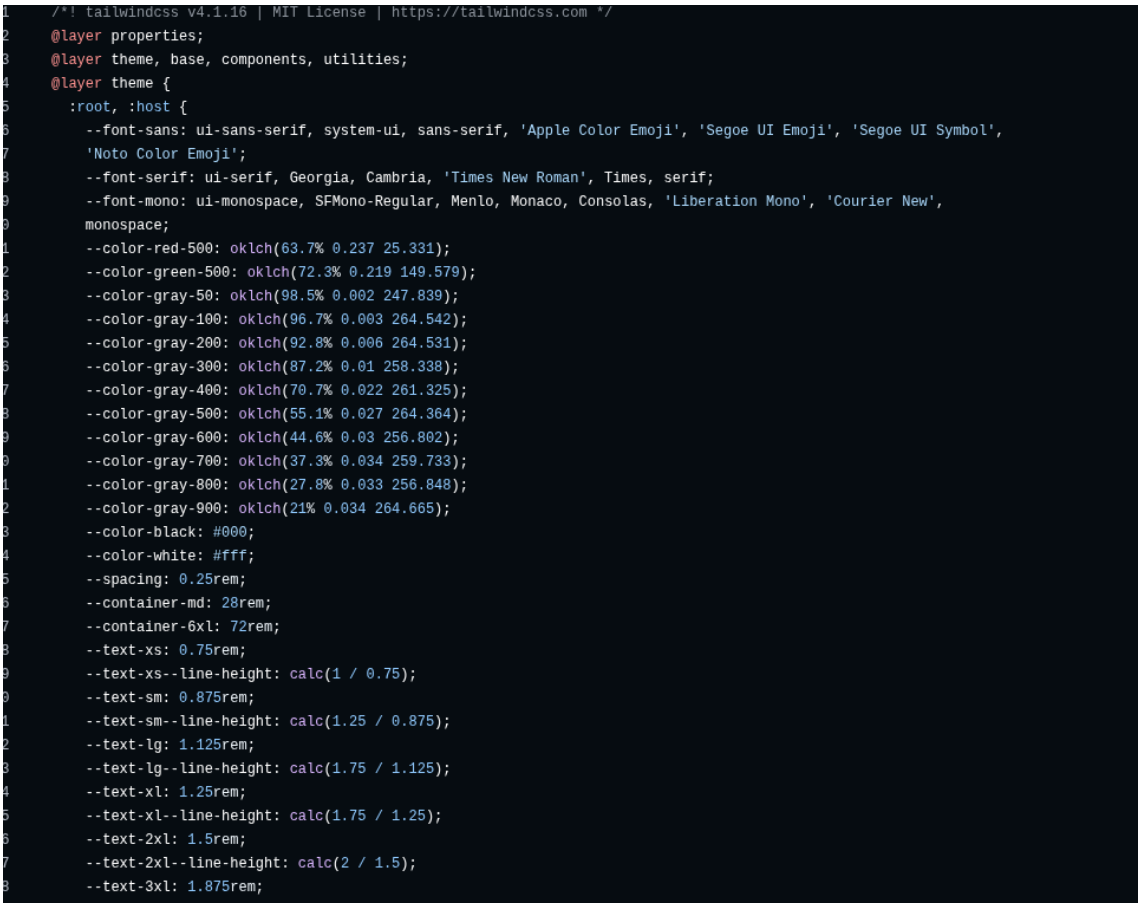
Abstract. This article examines the process of developing a software system for inventory management. It describes the main stages of design and implementation, from defining the problem and selecting the technology stack to building the application and analyzing the results. Particular attention is paid to the practical aspects of development, including working with version control systems and build tools.

В условиях стремительного развития цифровых технологий и необходимости автоматизации бизнес-процессов была поставлена задача разработки программной системы «Склад и учет товаров». Основной целью проекта являлось создание удобного и функционального решения, позволяющего эффективно управлять данными о товарах, их количеством и состоянием на складе. При этом изначально учитывалась практическая направленность проекта - система должна была быть максимально простой в установке и использовании для конечного пользователя.

На начальном этапе была определена тема проекта и сформулированы ключевые требования к системе. Было установлено, что разрабатываемое приложение должно обеспечивать базовые операции учета, включая добавление, редактирование и просмотр информации о товарах. Дополнительно было принято решение ориентироваться на локальное использование системы, что повлияло на архитектурные и технологические решения в дальнейшем.

Следующим этапом было определение технологического стека проекта. В качестве основного фреймворка для серверной части был выбран Django,

обеспечивающий удобную реализацию бизнес-логики и работу с базой данных. Для управления конфиденциальными данными и переменными окружения использовался пакет python-decouple (couple), позволяющий безопасно импортировать значения из файла .env. Для оформления пользовательского интерфейса был выбран CSS-фреймворк Tailwind CSS версии 4, что позволило ускорить разработку и создать современный и адаптивный интерфейс, на рисунке 1 отображается установленный Tailwind CSS в проект.



```
/*! tailwindcss v4.1.16 | MIT License | https://tailwindcss.com */
@layer properties;
@layer theme, base, components, utilities;
@layer theme {
  :root, :host {
    --font-sans: ui-sans-serif, system-ui, sans-serif, 'Apple Color Emoji', 'Segoe UI Emoji', 'Segoe UI Symbol',
    'Noto Color Emoji';
    --font-serif: ui-serif, Georgia, Cambria, 'Times New Roman', Times, serif;
    --font-mono: ui-monospace, SFMono-Regular, Menlo, Monaco, Consolas, 'Liberation Mono', 'Courier New',
    monospace;
    --color-red-500: oklch(63.7% 0.237 25.331);
    --color-green-500: oklch(72.3% 0.219 149.579);
    --color-gray-50: oklch(98.5% 0.002 247.839);
    --color-gray-100: oklch(96.7% 0.003 264.542);
    --color-gray-200: oklch(92.8% 0.006 264.531);
    --color-gray-300: oklch(87.2% 0.01 258.338);
    --color-gray-400: oklch(70.7% 0.022 261.325);
    --color-gray-500: oklch(55.1% 0.027 264.364);
    --color-gray-600: oklch(44.6% 0.03 256.802);
    --color-gray-700: oklch(37.3% 0.034 259.733);
    --color-gray-800: oklch(27.8% 0.033 256.848);
    --color-gray-900: oklch(21% 0.034 264.665);
    --color-black: #000;
    --color-white: #fff;
    --spacing: 0.25rem;
    --container-md: 28rem;
    --container-6xl: 72rem;
    --text-xs: 0.75rem;
    --text-xs--line-height: calc(1 / 0.75);
    --text-sm: 0.875rem;
    --text-sm--line-height: calc(1.25 / 0.875);
    --text-lg: 1.125rem;
    --text-lg--line-height: calc(1.75 / 1.125);
    --text-xl: 1.25rem;
    --text-xl--line-height: calc(1.75 / 1.25);
    --text-2xl: 1.5rem;
    --text-2xl--line-height: calc(2 / 1.5);
    --text-3xl: 1.875rem;
```

Рисунок 1 - Часть стилей с django-tailwind

Далее была выполнена инсталляция всех необходимых зависимостей, обеспечивающих корректную работу выбранных технологий. После этого была произведена инициализация проекта, в рамках которой была создана базовая структура каталогов и файлов, настроены основные модули и подготовлена среда для дальнейшей разработки.

Следующим шагом стало использование системы контроля версий. Был создан репозиторий в GitHub, после чего исходный код проекта был добавлен в систему. Были выполнены начальные коммиты и произведена отправка данных в удаленный репозиторий, что позволило отслеживать изменения, фиксировать этапы разработки и при необходимости возвращаться к предыдущим версиям. Так же в репозитории были описаны разные инструкции и тексты в

репозитории, например, как его установление, которые можно увидеть на следующем рисунке 2.

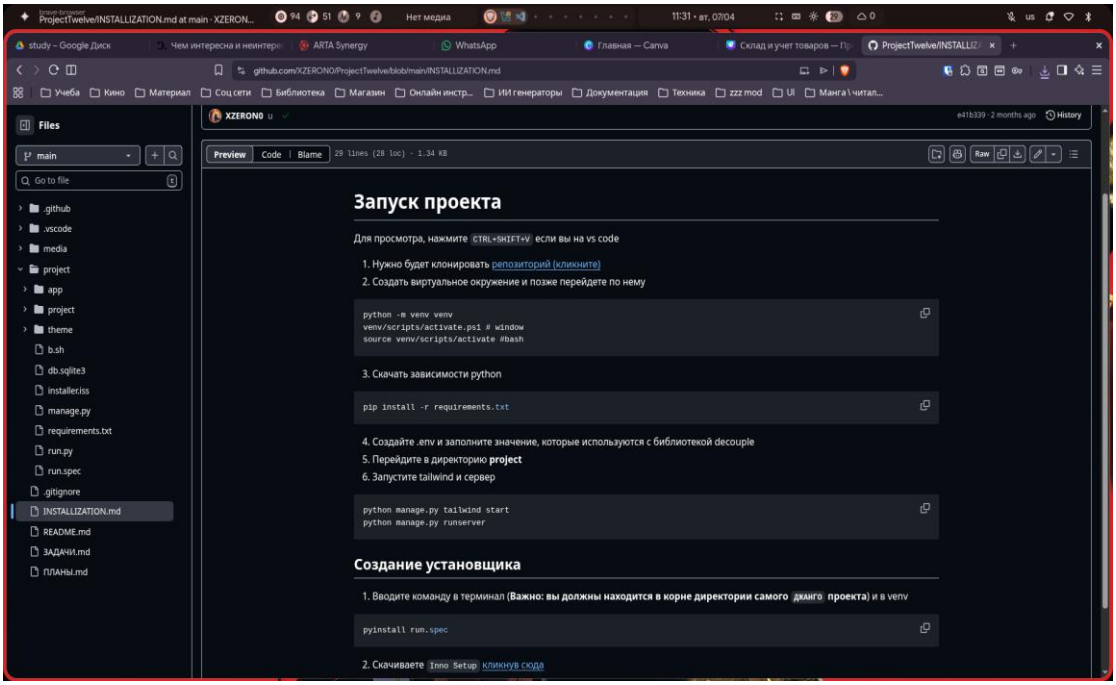


Рисунок 2 - Инструкция установки проекта с репозитория GitHub

После подготовки среды разработки была начата реализация функциональной части системы. Были разработаны backend и frontend компоненты приложения. Серверная часть, реализованная на Django, обеспечивала обработку запросов, работу с базой данных и реализацию бизнес-логики. Клиентская часть, в свою очередь, отвечала за отображение информации и взаимодействие с пользователем, при этом активно использовались возможности Tailwind CSS для стилизации интерфейса.

В процессе разработки было принято решение о смене первоначального подхода к реализации проекта. Изначально рассматривалась возможность более сложной архитектуры с потенциальным размещением на сервере, однако впоследствии было принято решение сосредоточиться на локально устанавливаемом приложении. Такой подход позволил упростить использование системы, так как проект не требовал развертывания на удаленном сервере, настройки хостинга или обеспечения сложных механизмов безопасности, характерных для веб-приложений, работающих в сети.

Следующим этапом стала подготовка проекта к сборке и распространению. Для реализации локальной установки были использованы инструменты PyInstaller и Inno Setup. На первом этапе с помощью PyInstaller был создан исполняемый файл проекта (билд), включающий в себя все необходимые зависимости. Далее данный билд был интегрирован в установщик, создаваемый с помощью Inno Setup.

После этого была выполнена настройка конфигурационного файла установщика с расширением .iss, в котором были прописаны параметры установки, пути размещения файлов и логика установки приложения. Такой подход позволил создать полноценный установочный пакет, обеспечивающий автоматическую установку программы на компьютер пользователя.

Далее был осуществлен процесс сборки проекта, в результате которого был получен готовый к установке программный продукт. Важно отметить, что благодаря выбранному подходу конечному пользователю не требовалось выполнять дополнительные действия, такие как установка зависимостей или запуск команд в терминале - приложение было полностью готово к работе «из коробки», результат можно увидеть на следующем рисунке (рисунок 3).

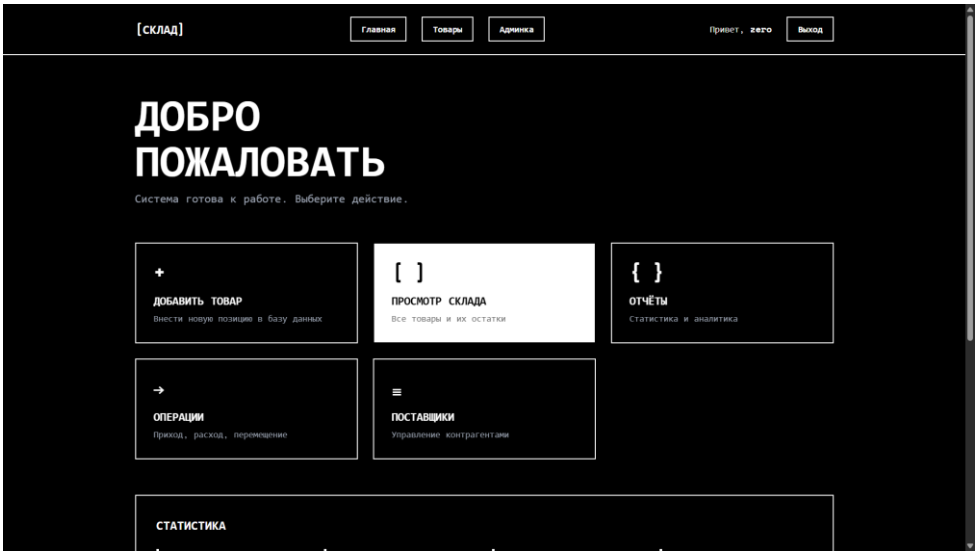


Рисунок 3. Главная страница сайта

После успешной сборки итоговая версия приложения была зафиксирована путем создания коммита и отправки изменений в репозиторий. Это обеспечило сохранность финальной версии проекта и возможность дальнейшего развития при необходимости.

На заключительном этапе была подготовлена презентация проекта, в которой были отражены ключевые этапы разработки, использованные технологии и достигнутые результаты. Также был проведен анализ выполненной работы. В частности, было отмечено, что выбранный подход с локальной установкой позволяет в перспективе распространять проект без необходимости развертывания серверной инфраструктуры. При необходимости система может быть адаптирована под продакшн-среду, например, в виде статически разворачиваемого решения с минимальными требованиями к хостингу.

Таким образом, в результате последовательного выполнения всех этапов была успешно разработана программная система «Склад и учет товаров», сочетающая в себе удобство использования, простоту установки и достаточную

функциональность. Полученный результат продемонстрировал эффективность выбранных технологий и подходов, а также подтвердил возможность создания полноценных прикладных решений с минимальными требованиями к конечному пользователю.

Список использованных источников

1. Haldar S. SQLite Database System Design and Implementation / S. Haldar. - 2016. - 286 с.
2. Vincent W. S. Django for Beginners / W. S. Vincent. - 2018. - 317 с.
3. PyInstaller Manual // PyInstaller. https://pyinstaller.org/en/stable/.
4. Installation // django-tailwind. Документация. - https://django-tailwind.readthedocs.io/en/latest/installation.html.
5. Django // Django Project. - https://www.djangoproject.com/.
6. Jinja // Jinja. Документация. - https://jinja.palletsprojects.com/en/stable/.

Уайсов Н. Ри., студент 4 курса специальности ИС,
Научный руководитель: ***Мұхиядин А. Ұ.***, PhD, и.о доцента,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА БАЗЕ ROBLOX STUDIO

Аңдатпа. Бұл мақалада Roblox Studio ортасында студенттерге төтенше жағдайларда, атап айтқанда өрт кезінде дұрыс іс-қимыл жасауды үйрету мақсатында виртуалды білім беру кешенін әзірлеу мәселесі қарастырылады. Жасалған жүйе 3D-университет моделін, интерактивті эвакуациялық сценарийлерді, оқытушылық модульдер мен пайдаланушы интерфейсін қамтиды. Жобаның өзектілігі, сәулеті және практикалық маңыздылығы сипатталады.

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка виртуального образовательного комплекса на базе Roblox Studio, предназначенного для обучения студентов правильным действиям при чрезвычайных ситуациях, в частности при возникновении пожара. Разработанная система включает трёхмерную модель университета, интерактивные сценарии эвакуации, обучающие модули и пользовательский интерфейс. Описаны актуальность, архитектура и практическая значимость проекта.

Abstract. This article presents the development of a virtual educational complex based on Roblox Studio, designed to train students in proper behavior during emergency situations, particularly fires. The developed system includes a three-dimensional university model, interactive evacuation scenarios, educational modules,

and a user interface. The relevance, architecture, and practical significance of the project are described.

Современное общество характеризуется стремительным развитием цифровых технологий, которые проникают во все сферы жизнедеятельности человека, в том числе в образование. Одной из актуальных задач высших учебных заведений является подготовка студентов к действиям в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС), прежде всего при пожаре одной из наиболее распространенных и опасных форм ЧС в зданиях учебных заведений.

Традиционные методы обучения инструктажи, плакаты, учения обладают рядом существенных ограничений: они не обеспечивают необходимого уровня погружения, не позволяют многократно воспроизводить опасные ситуации в контролируемой среде и нередко воспринимаются учащимися как формальность. В связи с этим особую актуальность приобретает применение технологий виртуальной реальности и игровых платформ в образовательном процессе.

Roblox Studio многофункциональная платформа для разработки трехмерных интерактивных миров открывает широкие возможности для создания виртуальных тренажеров нового поколения. Данная платформа обладает доступным интерфейсом, встроенным языком программирования Luau, а также богатым набором инструментов для моделирования физических объектов и поведения персонажей.

Целью настоящего исследования является разработка виртуального образовательного комплекса для моделирования пожарной чрезвычайной ситуации в здании университета с использованием Roblox Studio. Разработанный комплекс призван повысить готовность студентов к действиям при пожаре, сформировать у них практические навыки эвакуации, правильного использования первичных средств пожаротушения и обеспечения личной безопасности.

Актуальность темы подтверждается ростом интереса к геймификации образования, а также необходимостью внедрения инновационных педагогических подходов, соответствующих современным запросам цифрового поколения обучающихся.

1. Анализ предметной области и существующих решений

1.1. Понятие чрезвычайных ситуаций и необходимость обучения действиям при пожаре. Чрезвычайная ситуация (ЧС) - это обстановка на определённой территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери. Пожар является одной из наиболее распространенных форм ЧС техногенного характера.

Согласно статистике Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан, ежегодно в стране фиксируются тысячи пожаров в зданиях социального назначения, в том числе в учебных заведениях. Основными причинами жертв при пожарах являются не столько огонь, сколько паника, неправильные действия людей и незнание путей эвакуации.

Обучение действиям при пожаре в учебных заведениях регулируется рядом нормативных документов: Законом Республики Казахстан «О пожарной безопасности», Правилами пожарной безопасности в Республике Казахстан, а также внутренними регламентами вузов. Однако практика показывает, что формальное прохождение инструктажей не формирует у студентов устойчивых навыков поведения в условиях реальной угрозы.

1.2. Традиционные методы обучения и их ограничения. К традиционным методам обучения действиям при ЧС относятся: проведение инструктажей по пожарной безопасности, размещение эвакуационных планов на этажах здания, периодическое проведение учебных тренировок по эвакуации, просмотр обучающих видеоматериалов.

Инструктажи, как правило, проводятся в начале учебного года в форме лекций и не сопровождаются практической отработкой навыков. Размещённые на стенах схемы эвакуации зачастую остаются незамеченными студентами в повседневной жизни. Учебные тренировки по эвакуации проводятся не чаще одного-двух раз в год и воспринимаются учащимися как формальность, а не как серьезная подготовка.

Исследования в области педагогической психологии свидетельствуют о том, что человек запоминает около 10% прочитанного, 20% услышанного, 30% увиденного, но более 75% того, что он сам выполняет в практической деятельности. Это означает, что традиционные пассивные методы обучения существенно уступают интерактивным по эффективности формирования практических навыков.

1.3. Виртуальные тренажеры и интерактивные технологии в образовании. Технологии виртуальной реальности (VR) и смешанной реальности (MR) активно внедряются в систему профессиональной подготовки специалистов по всему миру. Виртуальные тренажёры позволяют безопасно воспроизводить опасные ситуации в контролируемой среде, обеспечивают многократное повторение отрабатываемых навыков, предоставляют мгновенную обратную связь о правильности выполненных действий и снижают затраты на проведение реальных учений.

В сфере пожарной безопасности существуют специализированные VR-тренажёры, такие как VRfire (США), Fire VR (Европа), а также ряд отечественных разработок. Однако большинство из них требуют дорогостоящего оборудования (VR-гарнитуры, контроллеры), что ограничивает их доступность для рядовых учебных заведений.

Альтернативой является использование игровых платформ и движков для разработки доступных симуляторов, не требующих специального оборудования. Такой подход позволяет охватить широкую аудиторию обучающихся при минимальных затратах на внедрение.

1.4. Обзор платформ для разработки образовательных симуляторов. Анализ существующих платформ для разработки виртуальных образовательных комплексов показал следующее. Unity - профессиональный игровой движок с широкими возможностями, однако требует серьёзных знаний программирования и длительного цикла разработки. Unreal Engine обеспечивает фотореалистичную графику, но отличается высокими системными требованиями и сложностью освоения. Godot является бесплатной альтернативой с открытым исходным кодом, однако имеет ограниченное сообщество и ресурсную базу для образовательных проектов.

Roblox Studio занимает особое место среди перечисленных платформ: она обеспечивает быструю разработку, встроенный мультиплеер, кросс-платформенность, а также огромное сообщество разработчиков и обширную библиотеку готовых ресурсов. Немаловажно, что Roblox Studio полностью бесплатна и доступна на персональных компьютерах большинства студентов.

1.5. Обоснование выбора Roblox Studio. Выбор Roblox Studio в качестве среды разработки виртуального образовательного комплекса обусловлен рядом факторов.

Во-первых, платформа обеспечивает низкий порог входа для разработчиков, знакомых с основами программирования. Язык Luau - диалект Lua - отличается простым и понятным синтаксисом, что существенно ускоряет разработку.

Во-вторых, Roblox Studio поддерживает встроенный физический движок, позволяющий реалистично моделировать поведение объектов, в том числе распространение огня и дыма.

В-третьих, платформа обеспечивает мультиплеерный режим, что открывает возможность проведения групповых учений в виртуальной среде.

В-четвертых, большая часть целевой аудитории - студенты в возрасте 18–25 лет - знакома с платформой Roblox, что снижает психологический барьер при первом знакомстве с тренажером.

Наконец, кросс-платформенность Roblox позволяет запускать разработанный комплекс как на персональных компьютерах, так и на мобильных устройствах.

2. Проектирование виртуального образовательного комплекса

2.1. Цели, задачи и требования к системе. Основной целью разрабатываемого виртуального образовательного комплекса является создание интерактивной обучающей среды, позволяющей студентам в безопасных условиях отрабатывать навыки поведения при пожаре в здании университета. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: построить детальную трёхмерную модель учебного корпуса; реализовать реалистичный сценарий

возникновения и развития пожара; разработать систему навигации и эвакуации для пользователя; создать обучающий модуль с подсказками и оценкой действий; обеспечить удобный и понятный пользовательский интерфейс.

К функциональным требованиям системы относятся: возможность свободного перемещения по виртуальной модели здания, наличие интерактивных объектов (огнетушители, пожарные гидранты, кнопки оповещения), корректная симуляция распространения огня и дыма, система обнаружения ошибочных действий пользователя, сохранение результатов прохождения сценария. Нефункциональные требования включают: стабильную работу на компьютерах со средними техническими характеристиками, интуитивно понятный интерфейс, адаптированный для пользователей без игрового опыта, поддержку русскоязычного интерфейса, время загрузки сцены не более 30 секунд.

2.2. Архитектура виртуального комплекса. Архитектура виртуального образовательного комплекса представляет собой трехуровневую систему, включающую уровень данных, уровень логики и уровень представления. На уровне данных хранятся информация о конфигурации здания, параметры сценариев ЧС, данные о прогрессе пользователя. На уровне логики реализованы алгоритмы распространения огня и дыма, механизм контроля действий пользователя, система оценивания. На уровне представления - трёхмерная визуализация здания, интерфейс пользователя, звуковое сопровождение.

Взаимодействие между компонентами системы осуществляется через механизм событий Roblox (RemoteEvents и RemoteFunctions), обеспечивающий связь между серверной и клиентской частями приложения. Серверная часть отвечает за игровую логику, хранение данных и синхронизацию состояния мира. Клиентская часть управляет отображением интерфейса и обработкой пользовательского ввода.

2.3. Проектирование виртуальной модели здания. Виртуальная модель здания университета разработана на основе типового учебного корпуса с четырьмя этажами. Модель включает следующие функциональные зоны: главный вход и вестибюль, учебные аудитории (лекционные залы, компьютерные классы, лаборатории), коридоры и рекреационные зоны, лестничные пролёты и эвакуационные выходы, санузлы и технические помещения.

При проектировании модели учитывались реальные нормативы пожарной безопасности: ширина коридоров не менее 1,4 метра, наличие двух независимых эвакуационных выходов с каждого этажа, размещение огнетушителей у каждой аудитории, наличие планов эвакуации на каждом этаже. Модель выполнена в масштабе 1:1, что обеспечивает реалистичное восприятие пространства.

2.4. Проектирование сценария пожара. Сценарий чрезвычайной ситуации разработан на основе реальных статистических данных о пожарах в учебных заведениях. Сценарий предусматривает три фазы развития ситуации: начальная фаза - обнаружение задымления в одной из аудиторий, звуковой сигнал пожарной тревоги, появление первых признаков огня; фаза развития -

распространение огня и дыма по коридору, ухудшение видимости, нарастание звукового тревожного сигнала; критическая фаза - блокирование основного выхода, необходимость выбора альтернативного пути эвакуации.

Пользователь обязан выполнить следующую последовательность действий: обнаружив дым, немедленно покинуть аудиторию, закрыв за собой дверь; активировать кнопку пожарного оповещения; двигаться к ближайшему эвакуационному выходу, ориентируясь на указательные знаки; не пользоваться лифтом; при необходимости использовать огнетушитель для расчистки пути; покинуть здание и собраться в обозначенном месте.

2.5. Система навигации и обучающих элементов. Система навигации включает три основных компонента: визуальные указатели (стрелки, знаки «Выход», освещенные полосы на полу), обучающие подсказки (текстовые сообщения, появляющиеся при приближении к интерактивным объектам), звуковое сопровождение (голосовые инструкции диктора). Система адаптивно реагирует на действия пользователя: при правильном выборе пути подсказки исчезают, при ошибочном - появляются предупреждения и рекомендации.

3. Программная реализация комплекса в Roblox Studio.

3.1. Инструментальные средства и технологии разработки. Разработка виртуального образовательного комплекса осуществлена с использованием следующих инструментальных средств. Roblox Studio версии 0.621 - основная среда разработки, предоставляющая инструменты для создания трёхмерной сцены, написания скриптов и тестирования приложения. Язык программирования Luau - типизированный диалект Lua, используемый для реализации игровой логики. Сервис Roblox DataStore API - для хранения и обработки данных о прохождении сценариев.

Дополнительно использовались следующие инструменты: Blender 3.6 - для создания и оптимизации высокополигональных 3D-моделей отдельных объектов с последующим импортом в Roblox Studio; Adobe Photoshop - для создания текстур и элементов пользовательского интерфейса; Audacity - для обработки звуковых эффектов и голосовых подсказок.

3.2. Создание трёхмерной модели университета. Создание трехмерной модели здания университета выполнено в несколько этапов. На первом этапе была разработана плановая схема здания с указанием всех помещений, коридоров и эвакуационных путей. На втором этапе средствами Roblox Studio построена геометрическая основа здания: стены, перекрытия, кровля, лестничные пролёты.

На третьем этапе выполнена детализация интерьеров: расставлена мебель (парты, стулья, доски, шкафы), добавлены светильники, оконные проемы, двери с анимацией открывания и закрывания. На четвёртом этапе произведено текстурирование всех поверхностей с использованием реалистичных материалов: бетон, дерево, стекло, металл. На пятом этапе настроено освещение сцены с использованием источников дневного и искусственного света.

Производительность трехмерной сцены оптимизирована за счёт применения технологий LOD (Level of Detail) - детализированные модели заменяются упрощенными по мере удаления от игрока, а также за счёт объединения статичных объектов в единые меши и отключения физических расчётов для декоративных элементов.

3.3. Реализация интерактивных объектов. В рамках реализации сценария пожара разработаны следующие категории интерактивных объектов.

Огнетушители - размещены у входа в каждую аудиторию. При взаимодействии (нажатии клавиши E в радиусе 3 единиц) персонаж берёт огнетушитель и получает возможность использовать его для тушения небольших очагов огня. Анимация применения включает визуальный эффект струи огнетушащего вещества и уменьшение интенсивности огня в зоне поражения.

Пожарные гидранты - установлены в специальных шкафах на каждом этаже. Взаимодействие с гидрантом открывает текстовое обучающее меню с инструкцией по его применению. Кнопки пожарного оповещения - расположены у эвакуационных выходов. Нажатие кнопки активирует звуковую тревогу и включает мигающую световую сигнализацию по всему зданию.

Эвакуационные выходы - отмечены светящимися знаками «Выход» с анимированными стрелками. При достижении пользователем эвакуационного выхода активируется триггер завершения сценария. Указательные знаки - размещены по всему зданию и обеспечивают навигацию пользователя к эвакуационным выходам.

3.4. Реализация сценария пожара и визуальных эффектов. Реализация сценария пожара основана на системе частиц (Particle System) Roblox Studio. Для имитации огня использован источник частиц с параметрами: цвет - градиент от жёлтого к красному и серому, скорость 5–15 единиц в секунду, время жизни частицы 1,5–2,5 секунды, размер от 0.5 до 2 единиц с нарастанием по времени жизни.

Система распространения огня реализована через скрипт на Luau, который с периодичностью в 5 секунд передает «заражение» соседним объектам в радиусе 8 единиц от текущего очага. Каждый объект, попавший в зону заражения, получает компонент «FireSpread» и сам становится источником огня. Скорость распространения зависит от материала объекта: деревянные объекты воспламеняются быстрее, металлические медленнее.

Для имитации задымления использован атмосферный эффект Atmosphere с параметром плотности, который нарастает по мере развития пожара. Дополнительно реализован постпроцессный эффект ColorCorrection, имитирующий ухудшение видимости при воздействии дыма: снижение яркости, увеличение красного тона, размытие краёв экрана.

3.5. Разработка обучающего модуля. Обучающий модуль реализован в виде интегрированной системы подсказок и уведомлений. Система включает следующие компоненты: вводный инструктаж краткое текстовое руководство, отображаемое перед началом сценария; контекстные подсказки сообщения,

появляющиеся при приближении к интерактивным объектам или при совершении ошибочных действий; система оценивания расчёт итогового балла на основе времени эвакуации, количества допущенных ошибок и правильности использования средств пожаротушения.

Контекстные подсказки реализованы через систему триггерных зон (BasePart с включённым свойством CanCollide = false). При пересечении пользователем триггерной зоны активируется соответствующий текстовый блок в пользовательском интерфейсе. Подсказки автоматически исчезают через 5 секунд или при выходе пользователя из триггерной зоны.

3.6. Реализация механизма эвакуации и контроля действий. Механизм эвакуации реализован как конечный автомат (State Machine) с пятью состояниями: Idle (ожидание начала сценария), Discovery (обнаружение пожара), Evacuation (процесс эвакуации), Completion (успешное завершение эвакуации), GameOver (провал персонаж получил критический урон от огня или дыма).

Контроль действий пользователя осуществляется через систему чекпоинтов: каждое правильное действие (активация тревоги, использование эвакуационного выхода и т.д.) регистрируется скриптом и засчитывается в итоговый балл. Неправильные действия (попытка использовать лифт, движение в направлении очага пожара) фиксируются и влекут за собой штрафные очки и предупреждающие сообщения.

3.7. Пользовательский интерфейс. Пользовательский интерфейс (UI) разработан с использованием системы ScreenGui Roblox Studio. Интерфейс включает: верхнюю панель отображает текущее время эвакуации, количество собранных очков и показатель здоровья персонажа; нижнюю панель содержит инвентарь (огнетушитель при его подборе), кнопки взаимодействия с объектами; центральный блок подсказок текстовые уведомления и инструкции, появляющиеся в центральной части экрана; мини-карту этажа схематическое отображение текущего этажа с указанием положения персонажа и эвакуационных выходов.

Все элементы интерфейса выполнены в высококонтрастной цветовой схеме (белый текст на полупрозрачном чёрном фоне), обеспечивающей читаемость даже на фоне ярких визуальных эффектов пожара. Размер шрифта адаптирован для отображения на экранах различных диагоналей.

3.8. Хранение и обработка данных о прохождении сценариев. Данные о результатах прохождения сценариев хранятся с использованием сервиса DataStoreService Roblox. Для каждого пользователя сохраняются следующие параметры: дата и время прохождения, суммарное время эвакуации (в секундах), итоговый балл (от 0 до 100), количество совершённых ошибок, перечень использованных средств пожарной безопасности.

На основе собранных данных формируется итоговый отчёт, доступный преподавателю через административную панель. Отчёт включает статистику

прохождения по каждому студенту и сводную аналитику по группе, что позволяет преподавателю оценить уровень готовности аудитории к действиям при пожаре и скорректировать программу обучения.

4. Тестирование и оценка эффективности.

4.1. Методология тестирования. Тестирование разработанного виртуального образовательного комплекса проводилось в три этапа. Первый этап - функциональное тестирование включало проверку корректности работы всех интерактивных объектов, алгоритма распространения огня, системы подсказок и механизма сохранения данных. Тестирование проводилось разработчиком по заранее составленным тест-кейсам.

Второй этап - пользовательское тестирование предполагало привлечение группы из 25 студентов специальности «Информационные системы» 3–4 курсов. Участникам предлагалось пройти сценарий эвакуации без предварительного инструктажа, а затем повторно после ознакомления с обучающим модулем. Фиксировались время эвакуации, количество ошибок и субъективная оценка удобства интерфейса.

Третий этап - нагрузочное тестирование проводилось в мультиплеерном режиме с одновременным участием 10–15 пользователей. Оценивались стабильность работы сервера, отсутствие визуальных артефактов и синхронность отображения игровых событий.

4.2. Результаты функционального тестирования. В ходе функционального тестирования было проверено 47 тест-кейсов. Из них 44 (93.6%) были успешно пройдены с первого раза. Три выявленных дефекта касались: некорректного срабатывания триггерной зоны у запасного выхода (устранено корректировкой размеров триггера), визуального пересечения частиц огня со стенами (устранено настройкой параметров источника частиц), задержки появления мини-карты при смене этажа (устранено оптимизацией скрипта загрузки).

4.3. Результаты пользовательского тестирования. Результаты пользовательского тестирования продемонстрировали статистически значимое улучшение показателей после работы с обучающим модулем. Среднее время эвакуации сократилось с 4 минут 32 секунд (первое прохождение) до 2 минут 18 секунд (второе прохождение), то есть более чем в два раза. Среднее количество ошибок снизилось с 5,3 до 1,8. Показатель успешного завершения сценария вырос с 56% до 92%.

По результатам анкетирования 88% участников оценили интерфейс как удобный или очень удобный. 92% отметили, что тренажёр помог им лучше запомнить правила поведения при пожаре. 84% выразили желание использовать подобный тренажёр в рамках учебных занятий по пожарной безопасности.

4.4. Оценка практической значимости и перспективы внедрения. Разработанный виртуальный образовательный комплекс обладает высокой практической значимостью для системы высшего образования. Его внедрение в учеб-

ный процесс позволяет существенно повысить эффективность обучения студентов действиям при пожаре без дополнительных затрат на проведение реальных учений и без риска для жизни и здоровья участников.

Перспективными направлениями развития проекта являются: разработка сценариев других видов ЧС (наводнение, землетрясение, химическая авария); интеграция с системой учёта посещаемости и успеваемости студентов; адаптация модели здания под конкретный корпус учебного заведения; добавление мультиплеерных сценариев с распределением ролей (пострадавший, спасатель, пожарный); разработка мобильной версии для устройств на базе Android и iOS.

С точки зрения масштабируемости комплекс может быть адаптирован для обучения сотрудников любых организаций, эксплуатирующих крупные здания: офисные центры, торговые комплексы, гостиницы, больницы. Открытость платформы Roblox Studio обеспечивает возможность совместной разработки и обмена сценариями между различными учебными заведениями.

В настоящей работе представлены результаты разработки виртуального образовательного комплекса для моделирования чрезвычайных ситуаций на базе Roblox Studio. В ходе работы был проведён анализ предметной области, обоснован выбор платформы разработки, спроектирована и реализована трёхмерная модель здания университета с детальным воспроизведением сценария пожара.

Разработанный комплекс включает интерактивную трёхмерную модель четырёхэтажного учебного корпуса, реалистичный сценарий возникновения и развития пожара с системой частиц и атмосферными эффектами, набор интерактивных объектов пожарной безопасности, адаптивный обучающий модуль с системой подсказок и оценивания, удобный пользовательский интерфейс с мини-картой и панелью инструментов, а также систему хранения и анализа данных о результатах прохождения.

Результаты пользовательского тестирования подтвердили высокую образовательную эффективность разработанного тренажёра: среднее время эвакуации после работы с комплексом сократилось более чем в два раза, количество ошибок снизилось в три раза, а 92% участников успешно завершили сценарий эвакуации.

Таким образом, разработанный виртуальный образовательный комплекс представляет собой эффективное, доступное и технологически обоснованное решение для подготовки студентов к действиям в условиях пожарной чрезвычайной ситуации. Его внедрение в образовательный процесс университетов Казахстана будет способствовать повышению уровня культуры пожарной безопасности среди молодёжи.

Список использованных источников

1. Закон Республики Казахстан «О пожарной безопасности» от 22 ноября 1996 года № 48 (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2024). Астана, 2024. 35 с.
2. Mayer R.E. Computer Games for Learning: An Evidence-Based Approach. Cambridge: MIT Press, 2019. 312 p.
3. Freina L., Ott M. A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives // eLearning and Software for Education Conference. Bucharest, 2015. P. 133–141.
4. Roblox Developer Documentation. [Electronic resource]. URL: https://create.roblox.com/docs (дата обращения: 15.03.2025).
5. Ahn S.J., Le A.M.T., Bailenson J. The effect of embodied experiences on self-other merging, attitude, and helping behavior // Media Psychology. 2013. Vol. 16(1). P. 7–38.
6. Юдин В.В. Педагогическая технология. Ярославль: ЯрГУ, 2016. 48 с.
7. Prensky M. Digital Game-Based Learning. New York: McGraw-Hill, 2001. 456 p.
8. Кузнецов И.С. Виртуальная реальность в системе подготовки специалистов МЧС // Безопасность жизнедеятельности. 2022. № 4. С. 18–25.
9. Правила пожарной безопасности в Республике Казахстан: утв. приказом Министра внутренних дел РК от 23 июня 2017 года № 438. Астана, 2017.
10. Smith M., Heim S. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction. 6th ed. Pearson, 2019. 624 p.

Уапиева Н. Б., Информатика бағдарламасының 1 курс магистранты,
Ғылыми жетекші: **Жумагулова С. К**., PhD, қауымдастырылған
профессор, Академик Е. А. Бөкетов атындағы
Қарағанды ұлттық зерттеу университеті.

БІЛІМ БЕРУДЕГІ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯ: ЖАҢА ЭКОНОМИКАЛЫҚ ОРТАДА ОҚУШЫЛАРДЫҢ ЖИ-ҚҰЗЫРЕТТІЛІКТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІ

Аңдатпа. Мақалада жаңа экономиканың кадрлық сұраныстарын ескере отырып, жасанды интеллект (ЖИ) құралдарын мектептегі информатика курсына интеграциялаудың әдістемесі ұсынылады. Білім беруді цифрлық трансформациялау жағдайында оқушылардың функционалдық сауаттылығын дамыту - болашақ адам капиталының бәсекеге қабілеттілігін арттырудың негізгі факторы ретінде қарастырылады. Зерттеу барысында әзірлеу процесін критериалды бағалауға және ЖИ-ді «цифрлық шпаргалкадан» оқушының когнитивті серіктесіне айналдыратын кері байланыс әдістеріне ерекше назар

аударылады. Мақала нәтижелері мектеп қабырғасынан бастап деректер экономикасына бейімделген жоғары білікті мамандарды даярлаудың педагогикалық негізін құрайды.

Аннотация. В статье предлагается методика интеграции инструментов искусственного интеллекта (ИИ) в школьный курс информатики с учетом кадровых запросов новой экономики. Развитие функциональной грамотности учащихся в условиях цифровой трансформации образования рассматривается как ключевой фактор повышения конкурентоспособности будущего человеческого капитала. Особое внимание уделяется критериальному оцениванию процесса разработки и методам обратной связи, превращающим ИИ в когнитивного партнера учащегося.

Abstract. The article proposes a methodology for integrating artificial intelligence (AI) tools into the school computer science course, taking into account the human resource demands of the new economy. The development of students' functional literacy in the context of digital transformation of education is considered a key factor in increasing the competitiveness of future human capital. Special attention is paid to the criterial assessment of the development process and feedback methods that transform AI into a student's cognitive partner.

1. ЖИ интеграциясы функционалдық сауаттылықты дамыту факторы.

Информатика сабақтарындағы функционалдық сауаттылық - бұл жай ғана бағдарламалық қамтамасыз етуді білу емес, ИТ көмегімен өмірлік тапсырмаларды шешу қабілеті. ЖИ құралдары бұл қабілетті келесі тәсілдер арқылы жаңа деңгейге көтеруге мүмкіндік береді:

- «Нейро-верификация» тәсілі (сыни ойлау). Мысал: оқушылар ЖИ-ден бұлтты сақтау қоймаларының жұмыс істеу принципін түсіндіруді сұрайды. Алынған мәтінде әдейі жіберілген қате болады (мысалы, деректер физикалық түрде процессордың ішінде сақталады деген тұжырым). Оқушының міндеті - оқулықты немесе іздеу жүйесін пайдалана отырып, сәйкессіздікті табу.

Түсіндірме: бұл әдіс «машиналық беделге» соқыр сенбеуді үйретеді. Оқушы сарапшы-редактор позициясын иеленеді.

Дамытылатын дағдылар: сыни ойлау, ақпаратты тексеру (верификация), дереккөздермен жұмыс істеу.

Факультативтегі тиімділігі: оқушының дербестігін дамыта отырып, ескі оқулықтарда әлі сипатталмаған өзекті технологиялармен жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

- «Адаптивті жобалау» тәсілі. Мысал: тұрмыста суды үнемдеуге көмектесетін мобильді қосымша интерфейсінің идеяларын жасау үшін ЖИ-ді пайдалану. ЖИ функцияларды ұсынады (трекер, кеңестер, хабарландырулар), ал оқушы бағдарламалау ортасында логиканы іске асырады.

Түсіндірме: ЖИ «ақ парақтан қорқу» сезімін сейілтіп, креативті гипотезалар генераторы ретінде әрекет етеді.

Дамытылатын дағдылар: креативтілік, жобалау (Design Thinking), әлеуметтік жауапкершілік.

Факультативтегі тиімділігі: шынайы әлеуметтік мәселелерді шешу арқылы оқушылардың қызығушылығын жоғарылатады.

3. ЖИ-ді практикалық енгізу моделі. Модель іс-әрекеттік тәсілге негізделген. 1-кестеде технологияларды мектеп практикасына қауіпсіз енгізуге мүмкіндік беретін тексерілген платформалар көрсетілген.

Кесте 1. Тиімді платформаларды енгізу мысалдары

Категория	Қалыптасатын дағды	Практикалық тапсырма	ЖИ-ді пайдалану
5–6 сыныптар	Креативті ойлау	«Цифрлық сторителлинг»: Scratch-те анимация жасау.	Сценарий мен кейіпкерлер сипаттамасын жасау.
7–8 сыныптар	Ақпараттық сауаттылық	«Сарапшылық сүзгі»: ЖИ мәтінінен қауіпсіздік туралы қателерді табу.	Талдау үшін қателер жіберілген «жобаларды» жасау.
9 сыныптар	Технологиялық сауаттылық	«Жүйелік дебаггинг»: Python-да алгоритмдерді оңтайландыру.	Синтаксис бойынша кеңес алу, багтарды іздеу.

Факультативтік курс негізгі сабаққа қарағанда мұғалімге ұзағырақ әрі тереңірек әдістемелерді таңдауға еркіндік береді:

- «Жұптық бағдарламалау: оқушы + ЖИ» әдісі. Мазмұны: оқушы негізгі кодты жазады, ал ЖИ (мысалы, VS Code кеңейтімі немесе чат-бот арқылы) нақты уақыт режимінде синтаксистік қателерді айтып отыратын «навигатор» рөлін атқарады.

Тиімділігі: код жазуды үйрену жылдамдығы 2-3 есе артады. Оқушы үтір іздеуге уақыт жоғалтпай, алгоритмге назар аударады.

Дамытылатын дағдылар: алгоритмдік сауаттылық, автотолықтыру құралдарымен жұмыс істеу (Copilot-skills).

- «Промпт-баттл» әдісі. Мазмұны: оқушылар топтары арасындағы жарыс: белгілі бір нәтижені (мысалы, белгілі бір түстегі дұрыс бесбұрышты салу коды) алу үшін ЖИ-ге кім жылдам әрі дәл сұраныс жасайды.

Түсіндірме: тұжырымдардың дәлдігі нәтиженің сапасына тікелей байланысты.

Дамытылатын дағдылар: оқырмандар сауаттылығы, ТС (техникалық спецификация) нақты тұжырымдау білігі.

Факультативтік сабақтарда жасанды интеллект құралдарын меңгеру өз алдына мақсат емес. Бұл кезеңде ЖИ жай ғана зерттеу нысаны емес, функционалдық сауаттылықты дамытудың қуатты катализаторы болып табылады. Ол оқушыны мазмұнды жай ғана тұтынуға емес, ақпаратты, математикалық заңдылықтарды және этикалық нормаларды сыни тұрғыдан қайта қарауға мәжбүр ететін орта жасайды. Интерфейстерді зерттеуден нейрожелілер

арқылы өмірлік міндеттерді шешуге көшу теориялық білімді кез келген кәсіби салада қажетті икемді дағдыларға (soft skills) айналдыруға мүмкіндік береді.

Әдістемені әзірлеу аясында информатикадан факультативтік сабақтар базасында (5–9 сыныптар) пилоттық зерттеу жүргізілді. Зерттеудің мақсаты - ЖИ құралдарын пайдалану мен оқушылардың функционалдық сауаттылығының қалыптасу деңгейі арасындағы корреляцияны анықтау.

Зерттеу педагогтарға сауалнама жүргізуді және ЖИ-ді «когнитивті серіктес» ретінде пайдаланатын топтар мен бақылау топтарындағы (дәстүрлі оқыту) мәнмәтіндік тапсырмаларды орындау нәтижелерін салыстырмалы талдауды қамтыды.

Факультативтерді өткізу тиімділігі туралы сұрақтар:

1 ЖИ-ді факультативтерде қолдану пәнді оқуға деген мотивацияға қалай әсер етеді?

Нәтиже: оқушылардың 85%-ы ЖИ-ассистенттерді пайдалану кезінде бағдарламалау мен деректерді талдауға қызығушылықтың артқанын атап өтті. Факультативтік формат академиялық қысымды төмендетіп, оқуды адам мен машинаның бірлескен зерттеу процесіне айналдыруға мүмкіндік береді.

2 Нейрожелілермен жұмыс алгоритмдік құрылымдарды түсіну тереңдігіне әсер ете ме?

Нәтиже: ЖИ білімдегі олқылықтар мен типтік қателерді тез анықтауға көмектеседі. 9-сыныптардағы «жүйелік дебаггинг» әдісі ЖИ ұсынған кодты талдаған оқушылардың күрделі циклдар мен функцияларды өз бетінше жазуда 30%-ға жақсы нәтиже көрсеткенін дәлелдеді.

3 Факультатив функционалдық сауаттылық сапасына әсер ете ме?

Нәтиже: 7–8 сыныптарда ЖИ іздеу жүйелерін (мысалы, Perplexity) қолдану ақпараттық сауаттылықтың сапалы өсуіне әкелді. Оқушылар фактілерді тексеру үшін 2 немесе одан да көп дереккөзді жиі пайдалана бастады (верификация дағдысының өсуі 45%).

Кесте: Білім беру нәтижелерінің динамикасы (салыстырмалы талдау)

Білім сапасының көрсеткіші	ЖИ-әдістемесін енгізгенге дейін	Курсты іске асырғаннан кейін	Дамытылатын дағды
Ақпаратты сыни түсіну деңгейі	Төмен (сенім білдіру)	Жоғары (фактчекинг)	Ақпараттық сауаттылық
Шығармашылық тапсырмаларды шешу жылдамдығы	Орташа (үлгі бойынша)	Жоғары (стандартты емес шешімдер)	Креативті ойлау
Қателерді іздеудегі дербестік	Мұғалімге тәуелділік	ЖИ-дебаггерді қолдану	Технологиялық дербестік

Осылайша, факультатив аясында ЖИ-ді интеграциялау келесі нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік береді:

Дербестендіру: ЖИ материалдарды әр оқушының қарқыны мен қызығушылығына бейімдейді, бұл стандартты сабақ аясында мүмкін емес.

Назарды ауыстыру: мұғалім тесттерді тексеруден босап, балалардың әмбебап оқу әрекеттері мен сыни ойлауын дамытуға көңіл бөле алады.

Білім сапасы: функционалдық сауаттылық теориялық ұғымдардан іздеу, талдау және деректерді қолдану арқылы өмірлік міндеттерді шешудің практикалық дағдысына айналады.

Жасанды интеллект технологияларымен күшейтілген заманауи информатика факультативі жай ғана қосымша сағат емес, функционалды сауатты тұлғаны қалыптастырудың стратегиялық алаңына айналуда. Зерттеу мынаны растайды: ЖИ көшіру құралы ретінде емес, талдау және верификация құралы ретінде пайдаланылғанда, оқушылардың білім сапасы метакогнитивті дағдылар - оқу, күмәндану және жасампаздық қабілеті арқылы арта түседі.

Әдебиеттер тізімі

1. Орта білім беру жүйесінде жасанды интеллектіні қолдану бойынша әдістемелік ұсынымдар. – Астана : Ы. Алтынсарин атындағы ҰБА, 2024. – 45 б.
2. 5–11 сыныптарға арналған «Информатика» пәнін оқыту процесінде білім алушылардың функционалдық сауаттылығын дамыту бойынша әдістемелік ұсынымдар. – Астана : Ы. Алтынсарин атындағы ҰБА, 2025. – 38 б.
3. Қазақстан Республикасында жасанды интеллектіні дамытудың 2024–2029 жылдарға арналған тұжырымдамасы : ҚР Үкіметінің 2024 жылғы 3 шілдедегі № 527 қаулысымен бекітілген. – Астана, 2024.
4. Жұмағұлова З. А., Шаяхметова С. О. Мектептегі математика курсын оқытуда жасанды интеллектіні қолдану : оқу-әдістемелік құрал. – Алматы, 2025. – 120 б.

Көшімбек Д.Х. магистрант 2 курса
Esil University Астана.

АЗАМАТТЫҚ АВИАЦИЯНЫҢ ЦИФРЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ КИБЕРҚАУІПСІЗДІКТІ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІ

Аннотация. Мақалада азаматтық авиацияның цифрлық ақпараттық жүйелеріндегі киберқауіпсіздікті қамтамасыз ету мәселелері және оларды интеллектуалды талдау әдістері қарастырылады. Қазіргі таңда авиациялық инфрақұрылымның цифрландырылуы ақпараттық жүйелердің тиімділігін арттырғанымен, кибершабуылдар мен желілік қауіптердің көбеюіне алып келуде. Осыған байланысты авиациялық ақпараттық жүйелердің сенімділігі мен тұрақтылығын қамтамасыз ету өзекті ғылыми-техникалық міндеттердің бірі болып табылады.

Зерттеу барысында азаматтық авиация саласында қолданылатын цифрлық жүйелердің негізгі осалдықтары мен қауіп-қатерлері талданып, киберинциденттерді ерте анықтауға арналған интеллектуалды әдістер ұсынылады. Мақалада машиналық оқыту, аномалияларды анықтау алгоритмдері және SIEM-технологиялары негізінде киберқауіпсіздік мониторингін жүзеге асыру тәсілдері қарастырылған. Ұсынылған модель желілік трафикті, жүйелік журналдарды және оқиғаларды талдау арқылы ықтимал қауіптерді автоматты түрде анықтауға мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері интеллектуалды талдау әдістерін қолдану азаматтық авиацияның цифрлық ақпараттық жүйелерінің қорғалу деңгейін арттырып, кибершабуылдарға қарсы тұрақтылығын күшейтетінін көрсетті. Ұсынылған тәсіл авиациялық инфрақұрылымдағы ақпараттық қауіпсіздікті жетілдіруге және сенімді цифрлық ортаны қалыптастыруға бағытталған.

Кілтті сөздер: азаматтық авиация, цифрлық ақпараттық жүйе, киберқауіпсіздік, машиналық оқыту, аномалияларды анықтау, SIEM жүйесі, ақпараттық қауіпсіздік.

Қазіргі таңда азаматтық авиация саласы цифрлық трансформация кезеңін белсенді түрде бастан өткеруде. Авиациялық инфрақұрылымда ақпараттық-коммуникациялық технологияларды кеңінен енгізу ұшу қауіпсіздігін арттыруға, әуе қозғалысын тиімді басқаруға және жолаушыларға көрсетілетін қызмет сапасын жақсартуға мүмкіндік береді. Әуе кемелерін басқару жүйелері, навигациялық кешендер, автоматтандырылған диспетчерлік жүйелер және әуежайлардың цифрлық платформалары біртұтас ақпараттық ортаға біріктірілуде. Алайда цифрландыру деңгейінің артуы киберқауіптердің көбеюіне де әсер етуде.[1]

Азаматтық авиацияның цифрлық ақпараттық жүйелері кибершабуылдар үшін тартымды нысан болып табылады, себебі олардың жұмысының бұзылуы көлік инфрақұрылымына, экономикалық тұрақтылыққа және ұшу қауіпсіздігіне айтарлықтай қауіп төндіреді. Соңғы жылдары авиациялық жүйелерге бағытталған DDoS-шабуылдар, рұқсатсыз қол жеткізу әрекеттері, зиянды бағдарламалық қамтамасыз ету және желілік аномалиялар саны артып келеді. Осыған байланысты авиациялық ақпараттық жүйелердің сенімділігі мен киберқауіпсіздігін қамтамасыз ету маңызды ғылыми және практикалық міндеттердің біріне айналды.[2]

Дәстүрлі ақпараттық қауіпсіздік құралдары күрделі және динамикалық кибершабуылдарды әрдайым тиімді анықтай алмайды. Сондықтан қазіргі уақытта интеллектуалды талдау әдістеріне, соның ішінде машиналық оқыту алгоритмдеріне, аномалияларды анықтау модельдеріне және SIEM (Security Information and Event Management) жүйелеріне ерекше назар аударылуда. Мұндай тәсілдер үлкен көлемдегі желілік трафикті, журнал файлдарын және оқиғаларды автоматты түрде талдап, ықтимал қауіптерді ерте кезеңде анықтауға мүмкіндік береді.[6]

Осы мақалада азаматтық авиацияның цифрлық ақпараттық жүйелеріндегі киберқауіпсіздікті интеллектуалды талдау әдістері қарастырылады. Зерттеу барысында авиациялық жүйелердің негізгі осалдықтары талданып, киберинциденттерді анықтаудың интеллектуалды тәсілдері ұсынылады. Сонымен қатар, машиналық оқыту мен оқиғаларды корреляциялық талдау негізінде авиациялық инфрақұрылымның ақпараттық қауіпсіздігін арттыруға арналған модель сипатталады.[4]

Зерттеудің ғылыми жаңалығы азаматтық авиацияның цифрлық ақпараттық жүйелеріндегі киберқауіпсіздік деңгейін арттыруға арналған интеллектуалды талдау тәсілдерін әзірлеумен байланысты. Мақалада желілік трафикті, жүйелік журналдарды және қауіпсіздік оқиғаларын кешенді түрде талдауға негізделген интеллектуалды модель ұсынылған.

Зерттеу барысында келесі ғылыми нәтижелер алынды:

1. Азаматтық авиацияның цифрлық ақпараттық жүйелеріне тән негізгі киберқауіптер мен осалдықтардың құрылымдық жіктемесі жасалды;
2. Машиналық оқыту алгоритмдері мен SIEM технологияларын біріктіру арқылы киберинциденттерді ерте кезеңде анықтаудың интеллектуалды тәсілі ұсынылды;
3. Желілік аномалияларды автоматты түрде анықтауға арналған талдау моделі әзірленді, ол ықтимал кибершабуылдарды нақты уақыт режимінде анықтауға мүмкіндік береді;
4. Авиациялық инфрақұрылымның ақпараттық қауіпсіздігін бағалауға арналған корреляциялық талдау әдісі ұсынылды;
5. Ұсынылған модель азаматтық авиацияның цифрлық жүйелерінің сенімділігі мен кибертұрақтылығын арттыруға бағытталған кешенді шешім ретінде қарастырылды.

Зерттеу нәтижелері авиациялық ақпараттық жүйелерді қорғаудың интеллектуалды әдістерін жетілдіруге және азаматтық авиация саласында сенімді цифрлық ортаны қалыптастыруға мүмкіндік береді.[6]

Жүйенің жалпы архитектурасы. Ұсынылған жүйе азаматтық авиацияның цифрлық инфрақұрылымындағы киберқауіптерді интеллектуалды түрде анықтауға және талдауға арналған. Архитектура бірнеше өзара байланысты модульдерден тұрады (сурет-1).



Сурет 1 - Жүйе архитектурасы .

Use Case Diagram азаматтық авиацияның цифрлық ақпараттық жүйелеріндегі киберқауіпсіздікті интеллектуалды талдау жүйесінің негізгі функцияларын және жүйемен өзара әрекеттесетін қатысушыларды (actors) сипаттайды. Диаграмма жүйенің функционалдық мүмкіндіктерін, ақпарат алмасу процестерін және киберқауіптерді анықтау мен өңдеу кезеңдерін көрсетуге арналған[5].

Қауіпсіздік әкімшісі жүйенің негізгі пайдаланушысы болып табылады. Ол ақпараттық қауіпсіздік оқиғаларын бақылайды, киберинциденттерді талдайды және жүйенің тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді.

Негізгі қатысушылар (Actors)

1. Қауіпсіздік әкімшісі

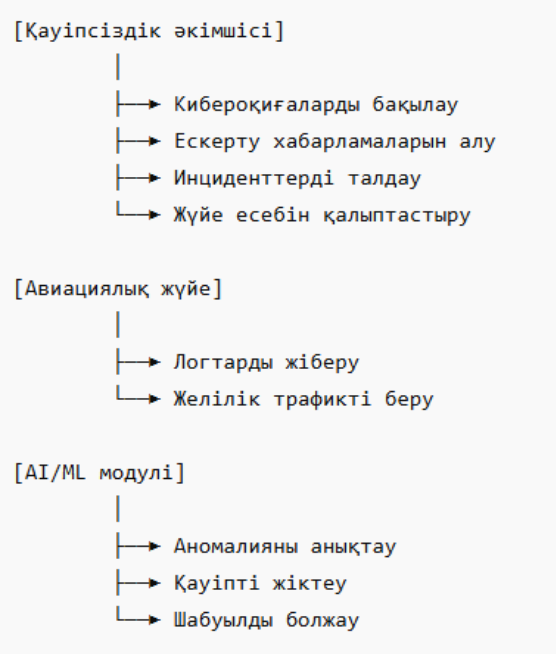
— қауіптерді бақылайды;
— оқиғаларды талдайды;
— жүйеге жауап береді.

2. Авиациялық ақпараттық жүйе

— журналдарды жібереді;
— желілік трафик береді.

3. Интеллектуалды талдау модулі

— аномалияларды анықтайды;
— қауіптерді болжайды.



Сурет 2. Use Case Diagram сипаттамасы

***Sequence Diagram (DDoS-шабуылды анықтау сценарийі*)**

DDoS-шабуылды анықтау процесі ақпараттық қауіпсіздік жүйесінің бірнеше компоненттері арасында өзара әрекеттесу арқылы жүзеге асады. Бұл сценарийде негізгі мақсат -желілік трафикті мониторингтеу, аномальды жүктемені анықтау және инцидентті тіркеу.[2]

Қатысушы объектілер (lifelines):

— User / Attacker (шабуыл көзі)
— Firewall / Network Gateway (желілік шлюз)
— Traffic Monitoring System (трафик мониторингі модулі)
— SIEM System (оқиғаларды корреляциялау жүйесі)
— Anomaly Detection Module (аномалияны анықтау модулі)
— Incident Response System (инциденттерді басқару жүйесі)
— Administrator (жүйе әкімшісі)

Берілген зерттеу жұмысында азаматтық авиацияның цифрлық ақпараттық жүйелеріндегі киберқауіпсіздікті бағалау және талдау үшін интеллектуалды әдістер кешені қолданылды. Зерттеудің негізгі мақсаты – авиациялық ақпараттық жүйелерде кездесетін ықтимал киберқауіптерді анықтау, оларды жіктеу және алдын алу тиімділігін арттыру болып табылады.

Осы мақсатқа жету үшін деректерді жинау, өңдеу, талдау және модельдеу кезеңдерінен тұратын кешенді әдістемелік тәсіл пайдаланылды. Зерттеу барысында авиациялық желілер мен серверлік инфрақұрылымдардан алынған желілік трафик деректері, жүйелік журналдар (log-файлдар) және пайдаланушылар әрекеттері туралы мәліметтер қарастырылды.[2.3]

Алынған деректер алдын ала өңдеуден өткізіліп, қажетсіз немесе қайталанатын ақпараттар сүзгіден өткізілді. Сонымен қатар деректерді қалыпқа келтіру және құрылымдау әдістері қолданылып, талдауға қолайлы форматқа келтірілді.[5]

Кибершабуылдарды анықтау үшін машиналық оқыту әдістері пайдаланылды. Атап айтқанда, классификация алгоритмдері, шешім ағаштары (Decision Tree), Random Forest, Support Vector Machine (SVM) және жасанды нейрондық желілер негізіндегі модельдер зерттелді. Бұл модельдер қалыпты және қауіпті желілік белсенділіктерді салыстыру арқылы аномалияларды анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар шабуылдардың ерекшеліктерін автоматты түрде анықтау үшін аномалияларды интеллектуалды талдау әдістері қолданылды.[8]

Зерттеу нәтижелерінің дәлдігін бағалау мақсатында модельдердің өнімділігі accuracy, precision, recall және F1-score көрсеткіштері арқылы талданды. Ұсынылған интеллектуалды әдістердің тиімділігі тәжірибелік деректер негізінде салыстырмалы түрде бағаланып, авиациялық ақпараттық жүйелердегі киберқауіпсіздікті қамтамасыз етудегі артықшылықтары анықталды.

Қорытындылай келе, азаматтық авиацияның цифрлық ақпараттық жүйелеріндегі киберқауіпсіздікті интеллектуалды талдау әдістерін зерттеу қазіргі авиациялық инфрақұрылымның сенімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі маңызды бағыттардың бірі болып табылады. Авиация саласында қолданылатын ақпараттық жүйелердің күрделенуі, деректер алмасу көлемінің артуы және желілік технологиялардың кеңінен енгізілуі кибершабуылдар қаупін күшейтуде. Осыған байланысты қауіптерді ерте анықтау, болжау және алдын алу мақсатында интеллектуалды әдістерді пайдалану ерекше өзектілікке ие.

Мақала барысында машиналық оқыту, нейрондық желілер, аномалияларды анықтау алгоритмдері және деректерді интеллектуалды өңдеу тәсілдерінің мүмкіндіктері қарастырылды. Ұсынылған тәсілдер авиациялық жүйелердегі күмәнді белсенділікті нақты уақыт режимінде анықтауға, шабуылдардың ықтимал түрлерін жіктеуге және ақпараттық қауіпсіздік деңгейін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар интеллектуалды модельдерді пайдалану адам факторынан туындайтын қателіктерді азайтып, жүйенің автоматтандырылған қорғаныс деңгейін жоғарылатады.

Зерттеу нәтижелері интеллектуалды талдау әдістерінің азаматтық авиациядағы киберқауіпсіздік жүйелерінің тиімділігін арттыруда жоғары әлеуетке ие екенін көрсетті. Болашақта үлкен деректер технологияларын, жасанды интеллект пен гибридті модельдерді біріктіру арқылы қауіпсіздік жүйелерінің дәлдігін жетілдіру маңызды бағыттардың бірі болмақ. Бұл өз кезегінде авиациялық жүйелердің тұрақты жұмысын қамтамасыз етіп, жолаушылар қауіпсіздігін арттыруға және цифрлық авиация инфрақұрылымының сенімділігін нығайтуға ықпал етеді.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. International Civil Aviation Organization. Aviation Cybersecurity Strategy. – Montreal: ICAO, 2022.
2. International Air Transport Association. Cyber Security in Aviation Report. – Geneva: IATA, 2023.
3. Stallings W. Network Security Essentials: Applications and Standards. – 7th ed. – Pearson Education, 2021.
4. Scarfone K., Mell P. Guide to Intrusion Detection and Prevention Systems (IDPS). – NIST Special Publication 800-94, 2020.
5. Buczak A., Guven E. A Survey of Data Mining and Machine Learning Methods for Cyber Security Intrusion Detection // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2019. – Vol. 18(2). – P. 1153–1176.
6. Sommer R., Paxson V. Outside the Closed World: On Using Machine Learning for Network Intrusion Detection // IEEE Symposium on Security and Privacy. – 2020.
7. Хорев П.Б. Методы и средства защиты информации в компьютерных системах. – Москва: Академия, 2021.
8. Гайворонский В., Новиков В. Информационная безопасность автоматизированных систем. – Санкт-Петербург: Питер, 2022.

Көшімбек Д.Х. 2 курс магистранты,
Esil University Астана.

АЗАМАТТЫҚ АВИАЦИЯНЫҢ ЦИФРЛЫҚ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫНДАҒЫ КИБЕРҚАУІПСІЗДІКТІ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ БАҒАЛАУ ӘДІСТЕРІ

Андатпа. Бұл шолу азаматтық авиациядағы цифрлық ақпараттық жүйелердің киберқауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін интеллектуалды әдістерді қолдану бойынша қазіргі ғылыми басылымдарды жүйелейді және талдайды. Онда авиациялық жүйелерге негізгі шабуыл векторлары (ADS-B, ACARS, GPS, ARINC 429/664, жердегі автоматтандырылған басқару жүйелері), машиналық оқытуға негізделген анықтау әдістері, нормативтік база және интеллектуалды қауіпсіздік жүйелерін дамыту перспективалары қарастырылады. Шолу 2011 жылдан 2024 жылға дейінгі басылымдарды қамтиды және 35-тен астам ғылыми басылымдардың салыстырмалы талдауын қамтиды.

Кілтті сөздер: авиациялық киберқауіпсіздік, ADS-B, ACARS, ARINC, машиналық оқыту, аномалияларды анықтау, GPS спуфинг, қауіп-қатер туралы барлау, авиациялық қауіпсіздік.

Қазіргі Азаматтық авиацияның цифрландырылуы киберқауіптердің бетін айтарлықтай кеңейтіп отыр. Заманауи ұшу аппараттары мен әуе қозғалысын басқарудың (ӘҚБ) жердегі инфрақұрылымы желілік ақпараттық жүйелерге, деректер алмасу хаттамаларына және спутниктік навигацияға барған сайын сүйенуде. Бұл жағдай дәстүрлі қауіпсіздік әдістерімен толық нейтралдануы мүмкін емес, принципті жаңа тәуекелдерді тудырады.

Еуропалық киберқауіпсіздік агенттігінің (ENISA, 2021) деректері бойынша, Еуропадағы авиациялық инфрақұрылым объектілеріне жасалған кибершабуылдардың саны 2019-2021 жылдар аралығында екі есеге өсті. АҚШ Федералдық авиация басқармасы (FAA) және Халықаралық азаматтық авиация ұйымы (ИКАО) да ұқсас тенденцияны тіркеп отыр. Бұл жағдаялар зерттеушілер арасында киберқауіптерді автоматты түрде анықтау үшін жасанды интеллект (ЖИ) және машиналық оқыту (МО) әдістерін қолдануға деген өсіп келе жатқан қызығушылықты туғызды.

Осы шолудың үш мақсаты бар: (1) авиациялық цифрлық жүйелерге жасалатын кибершабуылдардың негізгі векторларын жүйелеу; (2) қолданылатын интеллектуалды қорғаныс әдістерін талдау; (3) бар зерттеулердегі олқылықтарды анықтау және перспективалы бағыттарды белгілеу. Moher et al. (2009) PRISMA жүйелік шолу стандарты әдіснамалық негіз ретінде пайдаланылды.

Әдебиеттік шолудың әдіснамасы

Дереккөздерді іріктеу Scopus, Web of Science, IEEE Xplore және ACM Digital Library дерекқорлары бойынша 2011-2024 жж. кезеңінде жүргізілді. Іздеу сұраулары мынадай терминдерді қамтыды: "aviation cybersecurity", "ADS-B security", "ACARS vulnerability", "aircraft network intrusion detection", "machine learning aviation security". Бастапқыда анықталған 412 басылымнан тақырыптар мен аннотацияларды скринингтен өткізгеннен және енгізу критерийлеріне сәйкестігін тексергеннен кейін қорытынды корпусқа 37 жұмыс енгізілді. Енгізу критерийлері: басылымның рецензияланғандығы; эмпирикалық деректердің немесе верификацияланатын әдіснаманың болуы; авиациялық кибершабуылдарға немесе оларды анықтау жүйелеріне сәйкестігітөмендегі кестеде көрсетілген.

1-кесте. Азаматтық авиациядағы киберқауіптер таксономиясы

Қауіп санаты	Сипаттама / Мысалдар	Авторлар / Деректер	Қауіп деңгейі
ADS-B шабуылдары	Жалған орналасу сигналдарын бұрмалау және инъекциялау; шифрланбаған хабарларды ұстап алу	Strohmeier et al. (2015); Costin & Francillon (2012)	Критикалық
ACARS бұзылуы	Жалған хабарлар енгізу, ауа-жер байланысына MitM шабуылдары	Smith & Jones (2016); Santamarta (2015)	Жоғары

Қауіп санаты	Сипаттама / Мысалдар	Авторлар / Деректер	Қауіп деңгейі
GPS-спуфинг	Навигациялық сигналдарды алмастыру, ұшақты жалған орналасқан жерге бағыттау	Tippenhauer et al. (2011); Lo & Enge (2013)	Критикалық
ARINC 429/664 шабуылдары	Бортық деректер шинасын бұзу; қате командалар енгізу	Havenith et al. (2019); FAA (2020)	Жоғары
Жер АБЖ қауіптері	АЭБ-ге APT-шабуылдар, ransomware вирустары	ENISA (2021); Lykou et al. (2018)	Жоғары
Бортық Wi-Fi / IFE	Жолаушы желілері арқылы авионикаға рұқсатсыз кіру	Butts & Shenoi (2017); GAO (2015)	Орташа

Автоматтандырылған тәуелді бақылау-хабар тарату жүйесі (ADS-B) NextGen/SESAR тұжырымдамасының негізгі компоненті болып табылады және бортың өзінің орналасуын, бағытын және жылдамдығын автоматты түрде тарату мүмкіндігін береді. Strohmeier et al. (2015) хаттаманың осалдықтарын жан-жақты зерттеп, ADS-B-нің дереккөзді аутентификациясын да, берілетін деректерді шифрлауды да қарастырмайтынын көрсетті. Бұл жалған ұшу аппараттарын имитациялау (спуфинг) және орналасу туралы жалған деректер енгізу шабуылдарына жол ашады.

Costin және Francillon (2012) ADS-B трафигін пассивті мониторингтеу құралдарын жасап, арзан программалық радиоқабылдағыш (SDR) арқылы хабарларды ұстап алу мүмкіндігін көрсетті. Авторлар нақты трафиктегі спуфинг немесе байқамай жасалған қателерді көрсетуі мүмкін көптеген аномалияларды тіркеді. Кейінірек Yang et al. (2019) қабылданатын сигнал қуатын (RSS) талдауды тіреу векторлар машинасы (SVM) әдісімен біріктіру негізінде спуфингті анықтау жүйесін ұсынып, синтетикалық деректерде 97,3% жіктеу дәлдігіне қол жеткізді.

Ұшу аппаратының байланыс, адрестеу және хабарлау жүйесі ACARS экипаж мен жер қызметтері арасындағы операциялық ақпарат алмасуға арналған. Smith және Jones (2016) ACARS шифрланбаған режимде жұмыс істейтінін және «ортадағы адам» (MitM) шабуылдарына осал екенін дәлелдеді. Santamarta (2015) Black Hat конференциясындағы резонансты баяндамасында ACARS жалған хабарларын енгізу мүмкіндігін көрсетті, бұл экипажды ұшу жағдайлары немесе ұшу аппаратының күйі туралы жаңылыстыруға алып келуі мүмкін.

Havenith et al. (2019) Airbus A380 және Boeing 787 ұшақтарында қолданылатын бортық ARINC 664 (AFDX) шинасын қорғауды зерттеді. Авторлар кездейсоқ орман алгоритмі негізінде қалыпты трафик профильдерінде оқытылған интрузияларды анықтау жүйесін (IDS) жасады және 0,5%-дан аз жалған оң нәтижелермен аномальды пакеттерді анықтай алатынын көрсетті.

Ұшу аппараттарының навигациялық жүйелері криптографиялық қорғаусыз азаматтық диапазондағы GPS сигналдарына айтарлықтай сүйенеді. Tippenhauer et al. (2011) GPS-спуфинг шабуылының моделін ресімдеп, оны жүзеге асыруға қажетті физикалық шарттарды анықтады. Авторлар шабуылдың тұрмыстық жабдықпен жүзеге асырылатынын және экипаждың хабарсыз ұшу аппаратын белгіленген маршруттан ауытқытуы мүмкіндігін көрсетті.

Lo және Enge (2013) тәуелсіз дереккөздерден - GPS, инерциялық навигациялық жүйелер (ИНС) және барометрлік биіктікөлшер - алынатын навигациялық деректердің сәйкестігін бақылауға негізделген қорғаныс әдістерін ұсынды. Бейімделгіш аномалия анықтаумен Калман сүзгісі шеңберінде осы әдістерді интеграциялау анықтаудың жоғары деңгейінде шабуылды анықтау уақытын 12 секундқа дейін қысқартуға мүмкіндік берді. Кейінгі зерттеулер (Kerns et al., 2014; Shepard et al., 2016) криптографиялық GNSS қорғанысы жоқ ұшу аппараттарында нақты жағдайларда спуфинг мүмкіндігін растады.

Жердегі автоматтандырылған ӘҚБ жүйелері маңызды инфрақұрылым болып табылады, оларға шабуыл жасау бүкіл аймақтың ұшу қауіпсіздігін бұзуы мүмкін. Lykou et al. (2018) еуропалық ӘҚБ инфрақұрылымының тәуекелдерін талдап, үш негізгі қауіп векторын бөліп көрсетті: диспетчерлік орталықтардың операциялық жүйелеріне мақсатты APT-шабуылдар; радиолокациялық деректер тарату арналарына DoS/DDoS шабуылдары; салалық ПО жаңарту жүйелерінің бұзылуы.

ENISA (2021) бірқатар нақты оқиғаларды тіркеді: EasyJet авиакомпаниясына жасалған шабуыл (2020) 9 миллион жолаушының деректерінің ағып кетуіне алып келді, ал Бристоль әуежайына жасалған шабуыл (2018) ұшу-қону ақпараттық экрандарын уақытша істен шығарды. Rinaldi et al. (2022) өзара тәуелді маңызды инфрақұрылымдар үшін каскадты тәуекелдерді бағалау моделін жасады.

Авиациялық жүйелердің киберқауіпсіздігін талдауда машиналық оқыту әдістерін қолдану белсенді қалыптасу кезеңін бастан өткеруде. Қолданылатын тәсілдердің жүйелендірілуі 2-кестеде ұсынылған.

2-кесте. Авиациялық киберқауіпсіздіктегі ЖИ/МО әдістері

ЖИ/МО әдісі	Авиациялық киберқауіпсіздіктегі міндет	Артықшылықтары	Шектеулері
Кездейсоқ орман (Random Forest)	АБЖ желілік трафигіндегі аномалияларды жіктеу	Жоғары дәлдік, выбростарға тұрақтылық	Оқыту деректерінің сапасына тәуелділік
LSTM / GRU (терең оқыту)	Авионикалық шиналардағы уақыттық аномалияларды анықтау	Уақыттық тәуелділіктерді ескеру	Есептеу ресурстарының жоғары қажеттілігі

ЖИ/МО әдісі	Авиациялық киберқауіпсіздіктегі міндет	Артықшылықтары	Шектеулері
Автоэнкодер (Autoencoder)	Таңбалаусыз деректердегі аномалияларды анықтау	Таңбаланбаған деректермен жұмыс	Нәтижені түсіндіру қиындығы
Isolation Forest	Нақты уақытта сирек кибершабуылдарды анықтау	Сирек деректерде тиімді	Параметрлерге сезімталдық
GAN (генеративті желілер)	Шабуыл деректерін аугментациялау, синтетикалық қауіптер генерациялау	Шабуыл деректері тапшылығын толтыру	Оқыту тұрақсыздығы
Federated Learning	Деректерді жіберместен бірлескен модель оқыту	Деректер құпиялылығы	Байланыс шығындарының артуы

Терең оқыту авиациялық жүйелерге тән көпөлшемді уақыт қатарларын талдауда жаңа мүмкіндіктер ашты. Berthier et al. (2020) жердегі авиациялық желілердегі аномалияларды анықтауға арналған екі бағытты LSTM (Bi-LSTM) желі архитектурасын ұсынды. Модель нақты авиациялық кәсіпорынның 18 айлық желілік журналдар корпусында оқытылды және жалған оң нәтижелердің 2,1% жиілігінде анықтаудың 94,7% дәлдігіне қол жеткізді.

Автоэнкодерлер деректерді таңбалаусыз аномалияларды анықтау міндеттерінде қолданылады - бұл авиация саласы үшін өте маңызды қасиет, өйткені кибершабуылдар сирек оқиғаларды білдіреді. Chalapathy және Chawla (2019) аномалиялар үшін терең оқыту әдістерінің кең шолуында вариациялық автоэнкодерлер (VAE) ағынды бортық жүйе деректері үшін ең жақсы дәлдік/жылдамдық арақатынасын қамтамасыз ететінін көрсетеді. GAN желілері авиациялық контексттегі шабуылдар туралы таңбаланған мысалдардың созылмалы жетіспеушілігін толтыру үшін деректерді аугментациялауда қолданылады (Lin et al., 2021).

Авиациялық киберқауіпсіздіктегі ерекше мәселе - операциялық деректердің жабықтығы: авиакомпаниялар мен ұшу аппараттарын өндірушілер инциденттер мен осалдықтар туралы ақпаратты өте сирек бөліседі. Федеративтік оқыту (Federated Learning) бірнеше ұйымға бастапқы деректерді жіберместен қауіптерді анықтаудың бірлескен модельдерін оқытуға мүмкіндік беретін шешімді ұсынады (McMahan et al., 2017).

Nguyen et al. (2022) FedAvg алгоритмі негізінде авиациялық желілер үшін федеративтік IDS прототипін жасады. Тәжірибелер 10 авиакомпания-серіктеспен орталықтандырылған оқытуға жақын модель сапасына қол жеткізілетінін (F1-өлшем: 0,91, орталықтандырылған үшін 0,94) көрсетті.

Зерттеулерді салыстырмалы талдау

3-кесте осы шолуға енгізілген негізгі басылымдардың авторларын, қолданылатын әдістерін және ғылыми үлесін көрсете отырып, жиынтық салыстырмалы талдауды ұсынады.

3-кесте. Шолу тақырыбы бойынша негізгі басылымдарды салыстырмалы талдау

Автор(лар), жыл	Зерттеу тақырыбы	Әдіс	Объект	Үлес
Strohmeier et al., 2015	ADS-B хаттамасының қауіпсіздігі	Трафик талдауы	ADS-B	Осалдықтарды жүйелеу
Havenith et al., 2019	ARINC 664 (AFDX) қорғанысы	МО негізіндегі IDS	Бортық желі	Интрузияны анықтау жүйесі
Lykou et al., 2018	АЭБ АБЖ киберқауіпсіздігі	Тәуекелдерді талдау	АБЖ ТП	Тәуекел бағалау әдістемесі
Tippenhauer et al., 2011	GPS-спуфинг шабуылдары	Эксперимент	GPS қабылдағыштары	Шабуыл моделі мен қарсы шаралар
Berthier et al., 2020	Авиациялық SIEM үшін МО	Deep Learning	Жер желілері	LSTM аномалия детекторы
ENISA, 2021	Авиациядағы қауіп ландшафты	Шолу	Бүкіл сала	Кешенді қауіп есебі
Costin & Francillon, 2012	ADS-B және ACARS талдауы	Кері инжиниринг	Байланыс хаттамалары	Пассивті мониторинг құралдары
Santamarta, 2015	SATCOM спутниктік жүйелер	Пен-тест	Бортық байланыс	Критикалық SATCOM осалдықтары

3-кестені талдау бірнеше заңдылықты бөліп көрсетуге мүмкіндік береді. Біріншіден, зерттеулердің басым бөлігі авиациялық жүйенің жекелеген компоненттеріне (ADS-B, GPS, ACARS) шоғырланған, ал авиациялық экожүйенің қауіпсіздігін тұтастай қарастыратын кешенді жұмыстар өте аз. Екіншіден, осалдықтарды зерттейтін академиялық жұмыстар мен қорғаныс жүйелерінің практикалық әзірлемелері арасында айқын теңсіздік байқалады. Үшіншіден, ұсынылатын МО-шешімдерінің басым бөлігі нақты авиациялық деректер жиындарының қолжетімсіздігіне байланысты синтетикалық немесе имитациялық деректерде сыналды.

Қорытынды. Жүргізілген жүйелі әдеби шолу азаматтық авиацияның цифрлық ақпараттық жүйелерінің киберқауіпсіздігі ақпараттық қауіпсіздік саласындағы қолданбалы зерттеулердің ең өзекті және серпінді дамып жатқан бағыттарының бірі екенін растайды. Негізгі қауіп векторлары - ADS-B спуфингі, ACARS пен ARINC 664-ке шабуылдар, GPS-спуфинг, жердегі

инфрақұрылымға APT-шабуылдар - теориялық тұрғыдан жақсы зерттелген, алайда оларды анықтау мен бейтараптандырудың практикалық шешімдері прототиптеу сатысында тұр.

Машиналық оқыту әдістері, ең алдымен ансамбльдік алгоритмдер (Random Forest, Gradient Boosting) және терең оқыту архитектуралары (LSTM, Autoencoder, GAN), авиациялық жүйелердегі аномалияларды анықтау міндеттері үшін жоғары әлеует көрсетеді. Федеративтік оқыту саладағы қауіп анықтаудың бірлескен модельдерін жасауда құпиялылық кедергілерін жеңе алатын перспективалы бағыт болып табылады. DO-326A/DO-356A стандарттары сияқты нормативтік базаның дамуы авиация саласына интеллектуалды қорғаныс әдістерін жүйелі енгізудің институционалдық алғышарттарын жасайды.

Зерттеушілер қауымдастығының одан әрі күш-жігері ашық деректер экожүйесін құруға, авиациялық сертификаттауға жарамды түсіндірілетін ЖИ шешімдерін жасауға және нақты жабдықта ауқымды сынақтар жүргізуге бағытталуы тиіс.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Berthier R., Sanders W.H., Khurana H. (2020). Intrusion detection for advanced metering infrastructures: requirements and architectural directions // IEEE Smart Grid Communications Conference. - P. 350-355.
2. Buczak A.L., Guven E. (2016). A Survey of Data Mining and Machine Learning Methods for Cyber Security Intrusion Detection // IEEE Communications Surveys & Tutorials. - Vol. 18(2). - P. 1153-1176.
3. Butts J., Shenoi S. (Eds.) (2017). Critical Infrastructure Protection XI. Springer, IFIP AICT 512.
4. Chalapathy R., Chawla S. (2019). Deep Learning for Anomaly Detection: A Survey. arXiv:1901.03407.
5. Costin A., Francillon A. (2012). Ghost in the Air (Traffic): On insecurity of ADS-B protocol and practical attacks on ADS-B devices // Black Hat USA. - Las Vegas.
6. ENISA (2021). ENISA Threat Landscape for the Aviation Sector. European Union Agency for Cybersecurity. - Heraklion.
7. FAA (2020). Advisory Circular AC 119-1: Airworthiness and Operational Authorization of Aircraft Network Security Program (ANSP). Federal Aviation Administration.
8. GAO (2015). FAA Needs to Address Weaknesses in Air Traffic Control Systems. U.S. Government Accountability Office. GAO-15-370.
9. Havenith E., Weiss M., Huaux N. (2019). Intrusion detection in ARINC 664 avionic networks using machine learning // Digital Avionics Systems Conference (DASC). - P. 1-9.

10. ICAO (2019). Doc 10144: Manual on the Implementation of ICAO Cybersecurity Plan. ICAO, Montreal.

Салиев А. Г., магистарнт2 курса,
Esil University Астана.

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО СЕРВИСА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПРОСОВ И АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРОСА

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка цифрового сервиса для проведения онлайн-опросов и автоматизированного анализа их результатов. Описаны основные архитектурные решения, применяемые технологии, функциональные возможности системы и методы визуализации данных. Предлагаемый сервис позволяет существенно упростить процессы сбора, хранения и интерпретации данных опросов в различных сферах: образовании, бизнесе, маркетинге и государственном управлении.

Ключевые слова: цифровой сервис, онлайн-опрос, анализ данных, веб-приложение, визуализация, база данных, REST API.

Аңдатпа. Бұл мақалада онлайн-сауалнамаларды жүргізу және олардың нәтижелерін автоматты талдау үшін цифрлық сервисті әзірлеу қарастырылады. Жүйенің негізгі архитектуралық шешімдері, қолданылатын технологиялар, функционалдық мүмкіндіктері мен деректерді визуализациялау әдістері сипатталған. Ұсынылатын сервис білім, бизнес, маркетинг және мемлекеттік басқару салаларындағы сауалнама деректерін жинау, сақтау және интерпретациялау процестерін айтарлықтай жеңілдетуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: цифрлық сервис, онлайн-сауалнама, деректерді талдау, веб-қосымша, визуализация, дерекқор, REST API.

В современном мире цифровые технологии активно внедряются во все сферы жизни общества. Одним из ключевых инструментов сбора мнений, оценки удовлетворённости и принятия управленческих решений являются опросы. Традиционные бумажные форматы анкетирования постепенно уступают место онлайн-системам, которые обеспечивают оперативность, охват широкой аудитории и удобство обработки данных.

Актуальность разработки цифрового сервиса для проведения опросов обусловлена растущим спросом на инструменты автоматизации в образовательных учреждениях, коммерческих организациях и государственных структурах Республики Казахстан. Существующие зарубежные платформы не всегда отвечают требованиям локализации, безопасности данных и интеграции с отечественными информационными системами.

Целью данной работы является проектирование и реализация цифрового сервиса, позволяющего создавать опросы, собирать ответы респондентов и автоматически анализировать полученные результаты с наглядным представлением в виде диаграмм и отчётов.

На сегодняшний день существует ряд популярных платформ для проведения онлайн-опросов: Google Forms, SurveyMonkey, Typeform, а также отечественные разработки. Анализ данных систем позволил выявить их основные преимущества и недостатки.

Google Forms предоставляет бесплатный базовый функционал с интеграцией в экосистему Google. Однако платформа имеет ограниченные возможности кастомизации и аналитики. SurveyMonkey обладает мощными аналитическими инструментами, но доступ к расширенному функционалу требует платной подписки. Typeform отличается современным дизайном, но также является коммерческим продуктом с ограничениями в бесплатной версии.

Общими недостатками зарубежных решений для казахстанского рынка являются: хранение данных на зарубежных серверах, отсутствие поддержки казахского языка интерфейса, сложность интеграции с государственными информационными системами, а также высокая стоимость корпоративных лицензий.

Таким образом, разработка собственного цифрового сервиса с учётом местной специфики является обоснованной и целесообразной задачей.

Предлагаемый сервис построен на основе трёхуровневой архитектуры, включающей клиентскую часть (frontend), серверную логику (backend) и уровень хранения данных (database).

Для разработки клиентской части выбрана библиотека React.js, обеспечивающая высокую производительность за счёт виртуального DOM и компонентного подхода. Серверная часть реализована на платформе Node.js с использованием фреймворка Express.js, что позволяет обрабатывать большое количество одновременных запросов в асинхронном режиме. Взаимодействие между клиентом и сервером осуществляется посредством REST API.

В качестве системы управления базами данных выбрана PostgreSQL - реляционная СУБД с открытым исходным кодом, обладающая высокой надёжностью, поддержкой транзакций и расширенными возможностями запросов. Для кэширования часто запрашиваемых данных используется Redis.

Система развёртывается в контейнерной среде с использованием Docker и Docker Compose, что обеспечивает портируемость и простоту масштабирования. Для аутентификации и авторизации пользователей применяется протокол JWT (JSON Web Token).

Разработанный сервис реализует следующий набор функциональных возможностей:

Управление опросами: создание опросов с различными типами вопросов (одиночный выбор, множественный выбор, шкала оценки, открытый текст, матричный вопрос); настройка параметров доступа (публичный, по ссылке, по

паролю); установка временных ограничений и лимитов на количество ответов; дублирование и архивирование опросов.

Сбор данных: адаптивный интерфейс для прохождения опроса на любом устройстве; поддержка анонимного и идентифицированного режимов; валидация вводимых данных в режиме реального времени; сохранение прогресса при незавершённом прохождении.

Анализ результатов: автоматическое построение диаграмм (круговые, столбчатые, линейные) для каждого вопроса; сводная статистика (среднее значение, медиана, стандартное отклонение); фильтрация результатов по демографическим характеристикам; экспорт данных в форматах CSV и PDF.

Административная панель: управление пользователями и ролями; мониторинг активности и нагрузки системы; настройка уведомлений по электронной почте.

Схема базы данных спроектирована с учётом принципов нормализации и обеспечения целостности данных. Основными сущностями являются: пользователь (User), опрос (Survey), вопрос (Question), вариант ответа (Option), ответ (Response) и сессия (Session).

Для каждой сущности определены первичные ключи, внешние ключи и индексы для оптимизации поиска. Связь между опросом и вопросами реализована как «один ко многим», а между вопросом и вариантами ответов - аналогично. Ответы респондентов хранятся в отдельной таблице с привязкой к конкретному сеансу прохождения, что позволяет восстанавливать полные анкеты и проводить когортный анализ.

Для повышения производительности при работе с большими объёмами ответов применяется секционирование таблиц по временному признаку (партиционирование по дате создания записи).

Аналитический модуль сервиса включает несколько уровней обработки собранных данных. На первом уровне выполняется дескриптивная статистика: подсчёт частот ответов, вычисление долей в процентном выражении, определение минимальных и максимальных значений для числовых вопросов.

На втором уровне применяются методы визуализации: для вопросов с единственным вариантом ответа строятся круговые диаграммы, для вопросов с множественным выбором - горизонтальные столбчатые диаграммы, для шкальных вопросов - гистограммы распределения. Все графики генерируются динамически с использованием библиотеки Chart.js.

На третьем уровне реализованы функции кросс-табуляции, позволяющие сравнивать ответы на разные вопросы в разрезе выбранных сегментов аудитории. Это особенно полезно при проведении маркетинговых исследований и социологических опросов.

В ходе разработки применялись методы модульного (unit), интеграционного и нагрузочного тестирования. Модульные тесты написаны с использованием фреймворка Jest и покрывают ключевые функции бизнес-логики. Интеграционное тестирование API выполнялось с помощью инструмента Postman.

Нагрузочное тестирование проводилось с помощью утилиты Apache JMeter. В ходе тестирования имитировалась одновременная работа 500 пользователей, проходящих опрос. Результаты показали, что среднее время отклика сервера не превышало 320 мс, а показатель ошибок составил менее 0,3%.

Апробация сервиса была проведена в рамках учебного процесса одного из вузов, где система использовалась для проведения опросов об удовлетворённости студентов качеством обучения. По итогам апробации было получено 87 заполненных анкет, результаты автоматически обработаны и представлены в виде отчёта в течение нескольких секунд.

Разработанный сервис обладает рядом конкурентных преимуществ: поддержкой казахского и русского языков интерфейса, хранением данных на локальных серверах в соответствии с требованиями законодательства Республики Казахстан о персональных данных, открытым API для интеграции со сторонними системами, а также гибкими инструментами аналитики.

Дальнейшее развитие сервиса предполагает внедрение алгоритмов машинного обучения для автоматической классификации открытых ответов, разработку мобильного приложения, а также интеграцию с популярными корпоративными системами управления.

Список литературы

1. Fowler M. Patterns of Enterprise Application Architecture. - Addison-Wesley, 2003. - 560 p.
2. Coulouris G., Dollimore J., Kindberg T. Distributed Systems: Concepts and Design. - Pearson Education, 2012. - 1047 p.
3. Richardson L., Ruby S. RESTful Web Services. - O'Reilly Media, 2007. - 448 p.
4. Elmasri R., Navathe S. Fundamentals of Database Systems. 7th ed. - Pearson, 2016. - 1272 p.
5. Закон Республики Казахстан «О персональных данных и их защите» от 21 мая 2013 года № 94-V. - Астана, 2013.
6. React Documentation. - https://react.dev.
7. PostgreSQL 16 Documentation. - https://www.postgresql.org/docs/.

Салиев А. Г., магистрант 2 курса
Esil University, Астана.

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО СЕРВИСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАДАЧАМИ И КОМАНДНОЙ РАБОТОЙ

Аннотация. В данной статье описывается проектирование и реализация цифрового сервиса для управления задачами и организации командной ра-

боты. Рассматриваются основные архитектурные принципы построения системы, используемые технологии, функциональные модули и механизмы обеспечения совместной работы в режиме реального времени. Разработанный сервис ориентирован на нужды образовательных учреждений, малого и среднего бизнеса, а также государственных организаций Республики Казахстан.

Ключевые слова: цифровой сервис, управление задачами, командная работа, веб-приложение, реального времени, уведомления, agile.

Аңдатпа. Бұл мақалада тапсырмаларды басқару және команда жұмысын ұйымдастыруға арналған цифрлық сервисті жобалау мен жүзеге асыру сипатталады. Жүйені құрудың негізгі архитектуралық принциптері, қолданылатын технологиялар, функционалдық модульдер және нақты уақыт режимінде бірлескен жұмысты қамтамасыз ету механизмдері қарастырылады. Әзірленген сервис Қазақстандағы білім беру мекемелерінің, шағын және орта бизнестің, сондай-ақ мемлекеттік ұйымдардың қажеттіліктеріне бағытталған.

Түйін сөздер: цифрлық сервис, тапсырмаларды басқару, команда жұмысы, веб-қосымша, нақты уақыт, хабарландырулар, agile, канбан-тақта.

Рост цифровизации в корпоративном и образовательном секторах ставит перед организациями задачу эффективного управления рабочими процессами, задачами и коммуникацией внутри команд. Классические инструменты - электронная почта, таблицы и бумажные планировщики - не обеспечивают необходимого уровня прозрачности и оперативности, особенно при распределённой работе нескольких участников.

Актуальность темы обусловлена возрастающей потребностью организаций Республики Казахстан в отечественных решениях для управления проектами, которые соответствовали бы требованиям локализации данных, поддерживали государственный и русский языки и могли интегрироваться с существующей инфраструктурой предприятий.

Целью данной работы является проектирование и разработка цифрового сервиса, обеспечивающего создание задач, распределение ответственности между участниками команды, отслеживание прогресса и уведомление о ключевых событиях в режиме реального времени.

Рынок ПО для управления задачами представлен большим количеством зарубежных платформ: Trello, Asana, Jira, Notion, ClickUp. Каждая из них имеет как сильные стороны, так и существенные ограничения для применения в казахстанских организациях. Trello предлагает интуитивный канбан-интерфейс и бесплатный базовый план, однако возможности для управления зависимостями между задачами и детального отчётного анализа в нём существенно ограничены. Jira ориентирована на разработчиков программного обеспечения, работающих по методологии Scrum, и обладает широким функционалом, но имеет высокий порог вхождения и сложную систему лицензирования. Notion совмещает базы знаний и управление задачами, однако скорость

работы и производительность при больших объёмах данных оставляют желать лучшего.

Общими недостатками перечисленных продуктов для отечественного рынка являются хранение данных за рубежом, отсутствие интерфейса на казахском языке, зависимость от стабильности иностранных сервисов, а также высокая стоимость корпоративных тарифов. Изложенные обстоятельства подтверждают целесообразность создания собственного решения с учётом специфики казахстанских пользователей.

Разработанный сервис построен по микросервисной архитектуре, что обеспечивает независимое масштабирование отдельных компонентов и упрощает сопровождение кода. Система состоит из следующих микросервисов: сервис аутентификации, сервис управления задачами, сервис уведомлений и сервис аналитики. Клиентская часть разработана с использованием фреймворка Vue.js 3 с поддержкой TypeScript, что повышает надёжность кода и удобство командной разработки. Для управления состоянием приложения применяется библиотека Pinia. Серверная часть реализована на языке Go (Golang), что обеспечивает высокую производительность и эффективное использование ресурсов при обработке множества одновременных соединений.

Взаимодействие в режиме реального времени организовано через протокол WebSocket с использованием библиотеки Socket.IO. Это позволяет моментально отображать изменения статуса задач, комментарии и активность участников без перезагрузки страницы. В качестве основной базы данных выбрана MongoDB - документо-ориентированная СУБД, обеспечивающая гибкую схему хранения задач с произвольным набором атрибутов. Для хранения очередей уведомлений и временных данных сессий используется Redis.

Развёртывание системы осуществляется в облачной инфраструктуре с применением Kubernetes для оркестрации контейнеров, что обеспечивает автоматическое масштабирование при пиковых нагрузках. Для организации CI/CD-процессов используется GitLab CI.

Разработанный сервис предоставляет пользователям следующий набор функций: управление проектами и задачами: создание рабочих пространств и проектов; добавление задач с описанием, приоритетом, дедлайном и вложениями; назначение исполнителей и наблюдателей; создание подзадач и зависимостей между задачами; теги и метки для категоризации.

Визуализация рабочего процесса: канбан-доска с настраиваемыми колонками; диаграмма Ганта для планирования сроков; список и табличное представление задач; фильтрация и сортировка по любому атрибуту.

Коммуникация и совместная работа: комментарии к задачам с упоминанием участников через символ «@»; история изменений каждой задачи; обмен файлами непосредственно в задаче; push-уведомления и уведомления по электронной почте о ключевых событиях.

Отчётность и аналитика: дашборд с общим обзором активности команды; отчёт о выполненных и просроченных задачах; оценка нагрузки на каждого исполнителя; выгрузка отчётов в форматах XLSX и PDF.

Документо-ориентированная модель данных MongoDB позволяет хранить задачу как единый документ, включающий все её атрибуты: идентификатор, название, описание, список исполнителей, статус, приоритет, дедлайн, массив вложений и массив комментариев. Такой подход существенно сокращает количество запросов к базе данных по сравнению с реляционной моделью. Основными коллекциями являются: пользователи (users), рабочие пространства (workspaces), проекты (projects), задачи (tasks) и уведомления (notifications). Связи между коллекциями реализованы хранением идентификаторов связанных документов с последующим их разрешением на уровне приложения.

Для обеспечения быстрого поиска задач по статусу, исполнителю и дедлайну созданы составные индексы. Документы задач, не обновлявшиеся более двух лет, переносятся в архивную коллекцию для поддержания высокой производительности рабочих коллекций. Система уведомлений построена на основе шаблона «публикация-подписка» (pub/sub) с использованием Redis Streams в качестве брокера сообщений. При возникновении события (смена статуса задачи, новый комментарий, приближение дедлайна) соответствующий микросервис публикует сообщение в канал Redis. Сервис уведомлений подписан на все каналы и доставляет сообщения подключённым клиентам через WebSocket. Пользователи могут настраивать гибкие правила получения уведомлений: выбирать типы событий, по которым они хотят получать оповещения, и указывать предпочтительный канал доставки - браузерный push, электронная почта или мессенджер Telegram. Неотправленные уведомления (для офлайн-пользователей) накапливаются в очереди и доставляются при следующем подключении.

В процессе разработки применялся подход тестирования TDD (Test-Driven Development). Модульные тесты написаны на Go с использованием стандартного пакета testing и охватывают более 85% функций бизнес-логики. Для тестирования REST API использовался фреймворк Supertest совместно с Jest. Нагрузочное тестирование проводилось с помощью инструмента k6. Сценарий включал одновременную работу 1000 виртуальных пользователей, выполняющих создание задач, смену статусов и оставление комментариев. Результаты тестирования показали среднее время отклика 210 мс, медианное - 180 мс, а доля ошибок составила менее 0,1%.

В данной статье представлена разработка цифрового сервиса для управления задачами и командной работой, ориентированного на потребности организаций Республики Казахстан. Описаны микросервисная архитектура системы, применяемый технологический стек, функциональные возможности и механизм уведомлений в реальном времени. К конкурентным преимуществам

сервиса относятся: поддержка казахского и русского языков интерфейса, хранение данных на серверах в Казахстане в соответствии с законодательством о персональных данных, открытый REST API для интеграции со сторонними системами, а также гибкая модель данных, позволяющая адаптировать систему под разные методологии управления проектами. Перспективы дальнейшего развития сервиса включают внедрение инструментов искусственного интеллекта для автоматической приоритизации задач и прогнозирования сроков выполнения, разработку нативных мобильных приложений для iOS и Android, а также интеграцию с популярными корпоративными системами, применяемыми в Казахстане.

Список литературы

1. Newman S. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. 2nd ed. - O'Reilly Media, 2021. - 616 p.

2. Kleppmann M. Designing Data-Intensive Applications. - O'Reilly Media, 2017. - 590 p.

3. Donovan A., Kernighan B. The Go Programming Language. - Addison-Wesley, 2015. - 380 p.

4. Chodorow K. MongoDB: The Definitive Guide. 3rd ed. - O'Reilly Media, 2019. - 514 p.

5. Закон Республики Казахстан «О персональных данных и их защите» от 21 мая 2013 года № 94-V. - Астана, 2013.

6. Vue.js 3 Documentation. - URL: https://vuejs.org/guide/ (дата обращения: 01.06.2025).

Кабылбеков Е. Б., магистрант 2 курса специальности ИС,
Научный руководитель: **Абдибекова Л. М.**, ст. преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Аңдатпа. Мақалада цифрлық технологиялар мен ақпараттық жүйелердің негізгі бағыттары қарастырылады. Жасанды интеллект, бұлттық есептеу, IoT, блокчейн сияқты технологиялар, деректерді талдау әдістері және цифрландырудың экономикаға әсері талданады. Цифрландырудың жүйелік сипаты көрсетіледі.

Аннотпация. В статье рассматриваются основные направления развития цифровых технологий и информационных систем. Анализируются ключевые технические решения (ИИ, облака, IoT, блокчейн), математические методы обработки данных и влияние цифровой трансформации на экономику. Подчеркивается системный характер цифровизации.

Annotation. The article reviews main trends in digital technologies and information systems. It covers key technical solutions (AI, cloud computing, IoT, blockchain), mathematical methods for data analysis, and the impact of digital transformation on the economy. The systemic nature of digitalization is highlighted.

В условиях глобальной цифровизации цифровые технологии и информационные системы выступают ключевыми драйверами инновационного развития экономики и общества. Их внедрение приводит к трансформации производственных процессов, управленческих моделей и форм взаимодействия между субъектами.

Актуальность темы обусловлена необходимостью комплексного анализа современных тенденций развития цифровых технологий, а также оценки их влияния на технические, математические и экономические аспекты.

Цель статьи - исследование современных тенденций и перспектив развития цифровых технологий и информационных систем.

Задачи:

- проанализировать технические аспекты цифровых технологий;
- рассмотреть математические методы и модели в цифровой среде;
- оценить влияние цифровой трансформации на экономику.

Современные цифровые технологии базируются на развитой вычислительной инфраструктуре, включающей аппаратные средства, программные платформы и сетевые решения. Одним из ключевых направлений являются облачные вычисления, обеспечивающие масштабируемость, гибкость и снижение затрат на ИТ-инфраструктуру. Распространение получили гибридные и мультиоблачные архитектуры.

Искусственный интеллект и машинное обучение играют центральную роль в цифровой трансформации. Методы глубокого обучения позволяют решать задачи распознавания, прогнозирования и автоматизации процессов. Интернет вещей (IoT) обеспечивает интеграцию физических объектов в цифровую среду. Это способствует развитию киберфизических систем, используемых в промышленности, транспорте и городской инфраструктуре. Технология блокчейн применяется для создания распределённых систем хранения данных, обеспечивающих прозрачность и устойчивость к изменениям. Кибербезопасность становится критически важной областью, включающей методы защиты данных, системы обнаружения атак и криптографические механизмы.

Таким образом, техническое развитие цифровых технологий характеризуется интеграцией вычислительных, сетевых и интеллектуальных решений.

Математические методы являются основой функционирования цифровых технологий, обеспечивая формализацию процессов и анализ данных. Теория вероятностей и математическая статистика используются для обработки больших данных и построения прогнозных моделей.

Линейная алгебра применяется в алгоритмах машинного обучения, включая обработку данных и обучение моделей. Методы оптимизации позволяют находить наилучшие решения в условиях ограничений и широко применяются в задачах управления и логистики. Графовые модели используются для анализа систем, таких как социальные сети и транспортные структуры.

Численные методы обеспечивают решение задач, не имеющих аналитических решений, и применяются в инженерии, экономике и науке. Методы искусственного интеллекта, включая нейронные сети и байесовские подходы, позволяют эффективно работать с большими объёмами данных и решать сложные задачи. Следовательно, математические методы являются фундаментом цифровой среды.

Цифровая трансформация представляет собой процесс внедрения цифровых технологий во все сферы экономической деятельности. Развитие цифровых платформ приводит к изменению бизнес-моделей и снижению транзакционных издержек. Автоматизация и роботизация процессов повышают производительность и эффективность деятельности организаций. Большие данные становятся стратегическим ресурсом, используемым для анализа, прогнозирования и принятия управленческих решений.

Цифровизация способствует развитию электронной коммерции, дистанционной занятости и онлайн-образования. Вместе с тем возникают вызовы, включая риски кибербезопасности, цифровое неравенство и изменения на рынке труда. Государственное регулирование направлено на развитие инфраструктуры, поддержку инноваций и формирование правовой базы цифровой экономики. Таким образом, цифровая трансформация оказывает комплексное влияние на экономику.

Заключение. Проведённый анализ показывает, что развитие цифровых технологий и информационных систем носит системный и междисциплинарный характер. Технические решения (облачные вычисления, искусственный интеллект, IoT, распределённые системы) формируют инфраструктурную основу, тогда как математические методы обеспечивают формализацию, обработку и интерпретацию данных, а экономические механизмы определяют масштабы и эффективность внедрения.

Ключевой тенденцией является переход к данным как к стратегическому ресурсу: возрастает роль аналитики, алгоритмов машинного обучения и автоматизированных систем принятия решений. Параллельно усиливаются требования к надёжности, отказоустойчивости и кибербезопасности информационных систем, что требует внедрения комплексных архитектур защиты и управления рисками.

Перспективы развития связаны с дальнейшей интеграцией технологий - формированием киберфизических и интеллектуальных систем, распространением концепций цифровых двойников, edge- и fog-вычислений, а также разви-

тием генеративных моделей искусственного интеллекта. Ожидается углубление автоматизации и переход к проактивным системам, способным не только реагировать, но и предсказывать события.

В экономическом аспекте продолжится трансформация бизнес-моделей в сторону платформенности и сервисной экономики, усилится конкуренция за данные и алгоритмы. Одновременно возрастёт значение человеческого капитала: востребованы специалисты, обладающие междисциплинарными компетенциями на стыке ИТ, математики и управления.

К числу ограничений и рисков относятся: технологическая зависимость, вопросы приватности и этики использования данных, цифровое неравенство, а также дефицит квалифицированных кадров. Их минимизация требует согласованных усилий государства, бизнеса и научного сообщества.

Таким образом, эффективное развитие цифровых технологий предполагает баланс между инновациями и управлением рисками, инвестиции в инфраструктуру и образование, а также внедрение стандартов и лучших практик управления данными и информационной безопасностью. Комплексный подход позволит обеспечить устойчивый рост и максимальную отдачу от цифровой трансформации.

Список использованных источников

1. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура. - М.: ГУ ВШЭ, 2016.

2. Шваб К. Четвёртая промышленная революция. - М.: Эксмо, 2017.

3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. - MIT Press, 2016.

4. Tanenbaum A., Wetherall D. Computer Networks. - Pearson, 2019.

5. Laudon K., Laudon J. Management Information Systems. - Pearson, 2020.

6. Davenport T., Ronanki R. Artificial Intelligence for the Real World // Harvard Business Review, 2018.

7. Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age. - W. W. Norton & Company, 2014.

8. OECD. Digital Economy Outlook. - OECD Publishing, 2023.

9. World Bank. World Development Report: Data for Better Lives. - 2021.

10. ISO/IEC 27001: Information Security Management Systems - Requirements.

Кабылбеков Е.Б., магистрант 2 курса специальности ИС,
Научный руководитель: **Абдибекова Л. М.**, ст. преподаватель,
Учреждение «Esil University», г. Астана.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА БАЗ ДАННЫХ

Аңдатпа. Мақалада деректер қорын өңдеу және талдауға бағытталған ақпараттық жүйелерді (АЖ) жобалау мен әзірлеудің негізгі аспектілері қарастырылады. Заманауи архитектуралық үлгілер, әзірлеу әдіснамалары, құралдар және осындай жүйелерді құру барысында әзірлеушілер кездесетін типтік мәселелер сипатталады. Мақала ақпараттық технологиялар мен жүйелік талдау саласында жұмыс істейтін магистранттар мен жас зерттеушілерге арналған.

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые аспекты проектирования и разработки информационных систем (ИС), ориентированных на обработку и анализ баз данных. Освещаются актуальные архитектурные паттерны, методологии разработки, инструментарий и типичные проблемы, с которыми сталкивается разработчик в процессе создания подобных систем. Статья адресована магистрантам и молодым исследователям, работающим в области информационных технологий и системного анализа.

Annotation. The article examines the key aspects of designing and developing information systems (IS) focused on database processing and analysis. It highlights current architectural patterns, development methodologies, tools, and common challenges faced by developers during the creation of such systems. The article is intended for master's students and early-career researchers working in the fields of information technology and systems analysis.

Сейчас мы живём в эпоху, когда данные стали стратегическим ресурсом. По оценкам аналитиков IDC, к 2025 году объём мировой «цифровой вселенной» превысил 175 зеттабайт. Парадокс современности состоит в следующем: данных становится всё больше, однако способность организаций извлекать из них ценность зачастую не успевает за этим ростом.

Именно здесь на первый план выходят информационные системы для обработки и анализа баз данных - специализированные программные комплексы, способные не просто хранить данные, но трансформировать их в знания, пригодные для принятия управленческих и научных решений.

Для магистранта, избравшего эту тему, открывается богатое исследовательское поле: пересечение классической теории баз данных, современных архитектурных подходов и прикладного программирования.

Прежде чем приступать к разработке, необходимо чётко определить границы понятия. В широком смысле любая система управления базами данных

(СУБД) обрабатывает данные. Однако в контексте диссертационного исследования речь идёт о системе более высокого уровня, выполняющей следующие функции:

Уровень	Функция	Пример
Интеграция	Сбор данных из разнородных источников	ETL-процессы, API-коннекторы
Хранение	Организация структурированного и неструктурированного хранилища	РСУБД, NoSQL, Data Lake
Обработка	Трансформация, очистка, агрегация	Apache Spark, dbt
Анализ	Статистический анализ, ML-модели, OLAP	Python (pandas, scikit-learn), Power BI
Визуализация	Представление результатов пользователю	Dashboards, отчёты

Таким образом, предметом разработки является многоуровневая система, охватывающая весь жизненный цикл данных - от источника до инсайта.

2. Архитектурные паттерны: выбор фундамента. Выбор архитектуры - одно из ключевых решений при проектировании ИС. Рассмотрим три наиболее актуальных подхода.

2.1. Классическая трёхуровневая архитектура. Традиционная модель «представление - логика - данные» остаётся актуальной для систем умеренного масштаба. Её преимущество - простота и предсказуемость; недостаток - ограниченная горизонтальная масштабируемость.

2.2. Микросервисная архитектура. При работе с большими объёмами данных всё большую популярность приобретает декомпозиция системы на независимые сервисы: отдельный сервис инжестии данных, сервис аналитики, сервис визуализации и т.д. Такой подход позволяет масштабировать каждый компонент независимо и применять для каждой задачи оптимальный технологический стек.

2.3. Lambda- и Kappa-архитектура (для потоковых систем). Если система должна обрабатывать как исторические данные (batch), так и данные в реальном времени (streaming), применяют Lambda-архитектуру - двойной конвейер с последующим объединением результатов. Более современная Kappa-архитектура упрощает её, обрабатывая всё как поток.

Практический совет. Для диссертационного проекта не обязательно реализовывать промышленную архитектуру в полном объёме. Достаточно обосновать выбор архитектурного решения, продемонстрировать его преимущества на прототипе и оценить потенциал масштабирования.

3. Стек технологий. Современный разработчик ИС для анализа данных располагает богатым арсеналом инструментов. Ниже - структурированный обзор популярных решений.

3.1. Слой хранения данных:

- PostgreSQL - мощная реляционная СУБД с поддержкой JSON, полнотекстового поиска и расширений (TimescaleDB для временных рядов, PostGIS для геоданных). Оптимальный выбор для академического проекта;
- MongoDB - документо-ориентированная NoSQL БД. Подходит при работе с неструктурированными или полуструктурированными данными;
- ClickHouse - колоночная СУБД, специально созданная для аналитических запросов. Способна обрабатывать миллиарды строк за секунды;
- Apache Cassandra - распределённая БД с высокой доступностью для сценариев с интенсивной записью.

3.2. Слой обработки данных:

- Python (pandas, NumPy, SQLAlchemy) - де-факто стандарт для исследовательской обработки данных;
- Apache Spark - распределённый движок для обработки больших данных. Поддерживает Python (PySpark), SQL, ML;
- dbt (data build tool) - инструмент трансформации данных непосредственно в хранилище; реализует принцип «ELT вместо ETL»;

3.3. Слой аналитики и машинного обучения:

- scikit-learn - классические алгоритмы ML: классификация, регрессия, кластеризация;
- XGBoost / LightGBM - градиентный бустинг, занимающий лидирующие позиции во многих прикладных задачах;
- TensorFlow / PyTorch - глубокое обучение для сложных задач анализа текстов, изображений, временных рядов.

3.4. Слой визуализации:

- Apache Superset / Metabase - open-source BI-платформы с поддержкой SQL-запросов и дашбордов;
- Grafana - мониторинг и визуализация метрик в реальном времени;
- Streamlit / Dash - фреймворки для быстрого создания аналитических веб-приложений на Python.

4. Методология разработки: как организовать процесс. Данный проект - не просто код, но и исследование. Рекомендуется сочетать два подхода.

4.1. Итеративная разработка (Agile/Scrum).

Разбейте разработку на спринты по 2–3 недели. Каждый спринт должен завершаться работающим инкрементом системы. Это позволит научному руководителю регулярно оценивать прогресс и корректировать направление исследования.

4.2. Исследовательский цикл CRISP-DM

Для аналитической составляющей используйте методологию CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining):

- Понимание задачи;
- Понимание данных;
- Подготовка данных;
- Моделирование;
- Оценка результатов;
- Внедрение / документирование.

Циклический характер методологии позволяет возвращаться к предыдущим этапам по мере накопления знаний о данных.

5. Типичные проблемы. Опыт разработки аналитических ИС выявил ряд устойчивых проблемных паттернов.

5.1. Проблема качества данных. Исследования показывают, что специалисты по данным тратят до 80% времени на очистку и подготовку данных. Разработайте в своей системе модуль валидации данных с набором правил (диапазоны значений, проверка типов, обнаружение дубликатов, обработка пропусков). Инструменты: Great Expectations (Python), встроенные CHECK constraints в СУБД.

5.2. Проблема производительности запросов. По мере роста объёма данных наивные SQL-запросы деградируют. Применяйте:

- Индексирование - B-tree для точечных запросов, GIN/GiST для полнотекстового поиска и массивов;
- Партиционирование таблиц - разделение большой таблицы по временному или категориальному признаку;
- Материализованные представления - кэширование результатов тяжёлых агрегаций;
- EXPLAIN ANALYZE - обязательный инструмент профилирования запросов.

5.3. Проблема воспроизводимости результатов. Научная ценность исследования во многом определяется воспроизводимостью. Используйте:

- Контроль версий кода (Git) и данных (DVC - Data Version Control);
- Фиксацию зависимостей (requirements.txt, pyproject.toml);
- Контейнеризацию (Docker) для воспроизведения окружения.

5.4. Проблема безопасности данных. Если система работает с персональными или конфиденциальными данными, необходимо предусмотреть разграничение доступа (RBAC), шифрование данных в покое и при передаче, а также аудит операций.

6. Метрики оценки системы. Проект требует количественного обоснования результатов. Предлагается система метрик для оценки, разработанной ИС.

Технические метрики:

- Время выполнения аналитических запросов (до/после оптимизации);
- Пропускная способность системы (записей в секунду);
- Потребление ресурсов (CPU, RAM, дисковое I/O);

Качество аналитики:

- Точность (Precision), полнота (Recall), F1-мера - задачи классификации;
- MAE, RMSE, R^2 - для задач регрессии;
- Silhouette Score - для задач кластеризации.

Пользовательские метрики:

- Время от запроса до результата (Time-to-Insight);
- Оценка удобства интерфейса (SUS - System Usability Scale)

7. Направления научной новизны исследований в статье:

- Новый алгоритм или модификация существующего - например, адаптация алгоритма кластеризации для специфического типа данных предметной области;
- Новая архитектура интеграции - предложение оригинальной схемы объединения разнородных источников данных;
- Метод автоматической оптимизации запросов - применение ML для предсказания оптимальных индексов или планов выполнения;
- Предметно-ориентированная аналитическая система - создание специализированной ИС для конкретной отрасли (медицина, финансы, образование) с учётом её специфики;

Сравнительный анализ и методика выбора - систематическое сравнение существующих решений и разработка методики выбора оптимального стека для заданного класса задач.

Разработка ИС для обработки и анализа баз данных - это задача, которая одновременно находится на переднем крае инженерной практики и в самом центре академического интереса. Настоящая статья охватила широкий спектр вопросов: от выбора архитектурного фундамента до конкретных метрик оценки эффективности. Настало время свести воедино ключевые выводы и обозначить горизонт дальнейшего развития.

Не существует универсального решения. Выбор между реляционной и NoSQL СУБД, между монолитной и микросервисной архитектурой, между пакетной и потоковой обработкой - каждый из этих выборов определяется конкретными требованиями предметной области, объёмом данных, требованиями к задержке и квалификацией команды. Именно поэтому центральной компетенцией разработчика аналитических ИС является не знание конкретного инструмента, а умение обосновывать архитектурные решения в контексте задачи. Данные - не статичный ресурс, а живая, постоянно меняющаяся сущность. Они накапливают ошибки, теряют актуальность, меняют семантику по мере развития предметной области. Информационная система, которая не

предусматривает механизмов контроля качества данных, мониторинга их дрейфа и версионирования схемы, обречена на деградацию. Это означает, что инженерия данных (Data Engineering) - не вспомогательная дисциплина, а полноправная часть системного проектирования.

Академическая ценность данной статьи определяется не сложностью реализованной системы, а качеством поставленных вопросов и строгостью методов получения ответов. Система, написанная на трёх технологиях и тщательно оценённая по набору валидных метрик, представляет большую научную ценность, чем масштабный программный комплекс без чёткой исследовательской гипотезы.

Список используемых источичков

1. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. - 8-е изд. - М.: Вильямс, 2019. - 1328 с.
2. Кимбалл Р., Росс М. Инструментарий хранилища данных: полное руководство по методологии проектирования хранилищ данных и Data Marts. - М.: Диалектика, 2021. - 672 с.
3. Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж. Системы баз данных. Полный курс. - М.: Вильямс, 2020. - 1088 с.
4. Клеппман М. Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка. - СПб.: Питер, 2022. - 640 с.
5. Провост Ф., Фосетт Т. Data Science для бизнеса. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2020. - 400 с.
6. Лукас Д. Архитектура корпоративных информационных систем. - М.: Бином, 2021. - 488 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Абдыманапов С. А., **Құлмамыров С. А.** ҒЫЛЫМИ МӘТІНДЕРДІ ТАЛДАУДАҒЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ АЛГОРИТМДЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ 3
Садыков А. С. НОВЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОРОН ПРЯМОУГОЛЬНОГО ТРЕУГОЛЬНИКА ПО ЗНАЧЕНИЮ ПЕРИМЕТРА 8
Мухиядин А. У., **Кульмамиров С. А.** ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ BUISNESS STUDIO 15
Кульмамиров С. А., Мухамеджанова А. А. НАЧАЛО ФОРМЫ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ 20
Мансурова М. Е., **Кульмамиров С. А.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРЕЗ СЕТЬ LORAWAN 28
Жанғабыл Д. С., **Есенжолов Ж. А.**, **Сатиева А. Ю.**, РАЗРАБОТКА И АРХИТЕКТУРА ГОЛОСОВОГО ИИ-АГЕНТА ПРИЁМНОЙ КОМИССИИ УНИВЕРСИТЕТА НА БАЗЕ OPENAI REALTIME API 45
Мухамеджанова А. А., **Кульмамиров С. А.** ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС 51
Серимбетов Б. А., **Жармаганбетова Г. М.**, **Кульмамиров С. А.** АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСПЕРСНЫХ ПРОДУКТОВ ВИРТУАЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ 61
Нурмаганбетов М. Ш., **Жармаганбетова Г. М.**, **Кульмамиров С.А.** ЦИФРОВЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА LABVIEW 67
Тулегулов А., **Жармаганбетова Г. М. Кульмамиров С. А.** РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ В МЕДИЦИНЕ 72
Серимбетов Б. А., **Кременчуцский А. А.**, **Кульмамиров С. А.** МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА БАЗЕ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ 80
Серимбетов Б. А., **Тулегулов А.**, **Кульмамиров С. А.** МОДЕЛИ НЕЧЕТКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГУЛЯТОРОВ 85
Кульмамиров С. А. МОДЕЛИРОВАНИЕ КАНАЛОВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ С КОМПЕНСАТОРАМИ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ НА LABVIEW И MATLAB 89
Абдибекова Л. М., **Кульмамиров С. А.** ПРЕИМУЩЕСТВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ 99
Кульмамиров С. А., Кривозубов П. ОРГАНИЗАЦИЯ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА К ЦИФРОВЫМ ПЛАТФОРМАМ NI ЧЕРЕЗ ВИРТУАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ 108
Кульмамиров С. А., **Мухиядин А.** МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СРЕДЕ BPMN 114
Кульмамиров С. А., **Абдрахманов Д. М.**, **Махметов Т. М.**, 125

Мысжанов З., ВОЗМОЖНОСТИ НОВЫХ ЦИФРОВЫХ
УСТРОЙСТВ ПО СХЕМОТЕХНИКЕ
Кульмамиров С. А., Кошоева Б. Б. ПОДХОД К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМУ
АНАЛИЗУ ДАННЫХ БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ 150
Кульмамиров С. А., **Абдрахманов Д. М.**, **Махметов Т. М.**,
Мысжанов З., РЕАЛИЗАЦИЯ БАЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ
АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ 141
Кульмамиров С. А., **Абдрахманов Д. М.**, **Махметов Т. М.**,
Мысжанов З., ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТРОЛЛЕРОВ LEGO EV3
И ARDUINO UNO НА ЦИФРОВОЙ
ПЛАТФОРМЕ «ЦИФРОВАЯ АЛЛЕЯ» 146
Кульмамиров С. А., **Абдрахманов Д. М.**, **Махметов Т. М.**,
Мысжанов З., ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ РОБОТОТЕХНИКИ
В ЕСИЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ 141
Кульмамиров С. А., **Абдрахманов Д. М.**, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ
СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ 151
Кульмамиров С. А., Абдрахманов Д. М., **Кошоева Б. Б.**
ВОЗМОЖНОСТИ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ» В ПРОМЫШЛЕННОСТИ 159
Кульмамиров С. А., **Махметов Т. М.**, **Акпаров Ж.** ИССЛЕДОВАНИЕ СУММА-
ТОРА И ПОЛУСУММАТОРА
ОНЛАЙН РЕДАКТОРОМ ЦИФРОВЫХ СХЕМ 173
Кульмамиров С. А., **Акшолак Г. И.** ОРГАНИЗАЦИЯ
ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ ЭЛЛИПТИЧЕСКИМИ КРИВЫМИ 178
Кульмамиров С. А., Абдрахманов Д. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕ-
МЫХ ЧИПОВ,
ВСТРОЕННЫХ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ 184
Кульмамиров С. А., Нуржанова А. Б., Деревянко И.
РОЛЬ АСКУЭ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ 192
Кульмамиров С. А., **Махметов Т. М.** МЕТОДИКА ВЕДЕНИЯ
СЕМИНАРОВ НА ПЛАТФОРМЕ ARDUINO 197
Кульмамиров С. А., **Мысжанов З.**, **Токишева М.**
РЕАЛИЗАЦИЯ RS- И D-ТРИГГЕРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ 207
Кульмамиров С. А., Абдибекова Л. М., Кенебаева Д. ТЕХНОЛОГИЯ
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ ЕГО РАЗВИТИЕ 212
Кульмамиров С. А., Кенебаева Д. ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ
ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ 221
Кенебаева Д. Б., **Мысжанов З.**, **Кульмамиров С. А.** РАЗРАБОТКА
И ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ
НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ДИСЦИПЛИН ОП ВТПО 231
Сатиева А. Ю., **Шуйтенов Г. Ж.** ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ
АССИСТЕНТ НА БАЗЕ LLM ДЛЯ АДАПТАЦИИ
УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ 240
Жаксылык А. Т. НОВЫЕ ПОДХОДЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ С БИОМЕТРИЧЕСКИМИ ТЕРМИНАЛАМИ 245
Кульмамиров С. А., Кенебаева Д. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ЕЕ РАЗВИТИЯ В КАЗАХСТАНЕ 257
Назаренко М. А, СПОСОБ СИНТЕЗА ЗВУКОВЫХ
СООБЩЕНИЙ МИКРОСХЕМОЙ HOLTEK 268

Алмагамбетов А.О., **Ералы А.** НОВЫЙ АЛГОРИТМ
О РАСПОЗНАВАНИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ РЕЧИ 274
Алмагамбетов А. О., Даулеткулов А. ПРИМЕНЕНИЕ
НЕЙРОСЕТИ В ОБРАБОТКЕ РЕЧИ 284
Гринько М. С. НОВЫЕ АЛГОРИТМЫ ЧАСТОТНОГО АНАЛИЗА
СИГНАЛА В СРЕДЕ LABWINDOWS / CVI И LABVIEW 290
Гринько М. С, ИССЛЕДОВАНИЕ КРИПТОГРАФИЧЕСКОЙ
СТОЙКОСТИ ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ ЭЛЛИПТИЧЕСКИМИ КРИВЫМИ 295
Алмаганбетов А. О. ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСХЕМЫ
CHIPCORDERS ДЛЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ РЕЧИ 301
Абишева Т. Б., Мирзарахматова А. Б., Дуйсенбаева Д. Е.
ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ ЧИПОВ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕ-
СКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 305
Тельжан А. ҚОЗҒАЛМАЛЫ РОБОТ ПЛАТФОРМАСЫНЫҢ
БҰРЫЛУ БҰРЫШЫН ЕСЕПТЕУ 314
Нурдулла А. РОБОТТЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН
EV3 КОНТРОЛЛЛЕРІМЕН БАҒДАРЛАМАЛАУ 322
Толеуов А. ҚҰРАМЫНДА ЖАНАСУ ДАТЧИГІ ОРНАЛАСҚАН
РОБОТТЫҢ ҚИМЫЛЫН ЗЕРТТЕУ 332
Жанай Д., ТҮСТІ АЖЫРАТУ АҚПАРАТЫН ТІРКЕУ ӘДІСІ ЖӘНЕ ТҮС
СЕНСОРЫМЕН БАҚЫЛАНАТЫН НЫСАННЫҢ ЖАРЫҚТЫҒЫН ЗЕРТТЕУ 337
Әділбек С. ЗАТТАН ШАҒЫЛҒАН ЖАРЫҚ ДЕҢГЕЙІН ЗЕРТТЕУ 343
Райымбеков Т, РОБОТТЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ ОНЫҢ
ШАМАЛАРЫН ЕСЕПТЕУ 346
Сарсенбаева Н.Қ. ПАЙДАЛАНУШЫНЫҢ БЕТ-ӘЛПЕТІНЕН ТАНУ
СӘЙКЕСТІГІН FAR ЖӘНЕ FRR ШАМАЛАРЫМЕН АНЫҚТАУ 353
Битибай К. С. НОВЫЙ ПОДХОД ПРИМЕНЕНИЯ ИС
В КОРПОРАТИВНОМ ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ 357
Жаксылык А. Т. ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ ИС ЧЕРЕЗ УПРАВЛЕНИЕ
БИОМЕТРИЧЕСКИМИ ТЕРМИНАЛАМИ 363
Кошенов А. Т. СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССНОЙ
МОДЕЛИ КАФЕДРАЛЬНОЙ ИС 370
Азиева Г., **Кульмамиров С. А.** МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕШЕНИЕ
ОДУ ЦИФРОВЫМИ ВИРТУАЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ 381
Азиева Г., **Кульмамиров С. А.** ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ЧИСЛЕН-
НЫХ МЕТОДОВ ИНТЕГРИРОВАНИЯ 392
Садыков А. С. БҰРЫШТЫ ТЕҢ ҮШ БӨЛІККЕ БӨЛУ АМАЛЫ 399
Кошоева Б. Б., **Кульмамиров С. А.** АНАЛИЗ ЧАСТОТНЫХ
СВОЙСТВ ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩЕГО ЗВЕНА И ТИПОВОГО ЗВЕНА ЧИСЛЕН-
НОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫМ ПОЛИНОМОМ
НЬЮТОНА 406
Кошоева Б., **Кульмамиров С. А.** МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ
УСТОЙЧИВОГО ЧИСЛЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ
ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ 412
Кошоева Б., Кульмамиров С. А. ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМА
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБРАТНОЙ ПРОИЗВОДНОЙ ФУНКЦИИ 415
Прокофьев Д.В, Моисеев В.Е, Козяков В.Д. СТАК КИРПИЧЕЙ:
РАЗРАБОТКА ВЕБ-МАРКЕТПЛЕЙСА СТРОИТЕЛЬНЫХ
МАТЕРИАЛОВ И УСЛУГ НА ОСНОВЕ NODE.JS И REACT 419
Ерболқызы М. ГИБРИДНЫЕ МЕТОДЫ ВЕКТОРНОГО 422

ПОИСКА В RAG-СИСТЕМАХ ДЛЯ КАЗАХСКОЯЗЫЧНЫХ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ ДОКУМЕНТОВ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
Орунбасар Е. Х., Шунков Э.М. LEARNMATE: ВЕБ-ПЛАТФОРМА ДЛЯ БРОНИРОВАНИЯ ЗАНЯТИЙ С РЕПЕТИТОРАМИ 424
Адилов Б.Е. ОБЗОР МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА 426
Жакиянов А.М., Галимулин К.Р. PRO LIB: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БИБЛИОТЕЧНЫМ ФОНДОМ КАК ПЛАТФОРМА ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ БИБЛИОТЕК 435
Бекболатова Н.Ә. ЦИФРЛЫҚ ЭКОНОМИКАНЫҢ ЕҢБЕК ӨНІМДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ 438
Рамазанов Т. Касенов Р. Кушкумбай Т. Дамиров А. РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРЕКЕРА ПРИВЫЧЕК LEVELUP: ОТ КОНЦЕПЦИИ LOCAL-FIRST ДО ОТКАЗОУСТОЙЧИВОГО КОДА НА PURE JAVASCRIPT 442
Окасов С.Ж, Мынбаев Б.Р, Нарзуллаев М.Б, Сабырбек Е.Қ. РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ СЛУЖБЫ ДОСТАВКИ ЕДЫ «FOODEXPRESS» 447
Дукенбаев А.М. МЕТОДЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ 450
Караосманов И., Гадамуров Б., Аканов Б., Тлеупберген К. ОНЛАЙН-СИСТЕМА ЗАПИСИ ДЛЯ БАРБЕРШОПА С ИНТЕГРАЦИЕЙ TELEGRAM BOT: РАЗРАБОТКА И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ 454
Кистауов А. Р. ТРАНСФОРМАЦИЯ КИБЕРУГРОЗ И ПРОГРАММ-ВЫМОГАТЕЛЕЙ В ЭПОХУ ГЕНЕРАТИВНОГО ИИ: АНАЛИЗ ТАКТИК ЗЛОУМЫШЛЕННИКОВ И МЕХАНИЗМОВ ЗАЩИТЫ 457
Конакбаев Н. Б. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИИ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ МЕТОДОМ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ 461
Қуанышбек М. Ж. РАЗРАБОТКА МЕССЕНДЖЕРА С P2P (PEER 2 PEER) ТЕХНОЛОГИЕЙ 472
Жумагулова А. Т. ГРАФТАР ТЕОРИЯСЫН ОҚЫТУҒА АРНАЛҒАН ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ НЕГІЗІНДЕГІ АДАПТИВТІ ПЛАТФОРМАНЫ ӘЗІРЛЕУ 474
Мырзахан Н. Т. МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ НЕГІЗІНДЕ АВТОКӨЛІК ҚҰНЫН БОЛЖАУ 477
Алтынбек Б. Ж. ПЕРСПЕКТИВЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕХОДА ОТ УЗКОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ANI) К ОБЩЕМУ ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ (AGI) 481
Гепперт А.Б. ПРОБЛЕМА «НЕВИДИМОГО ИИ» В ОБРАЗОВАНИИ: ПРИЧИНЫ НИЗКОГО ДОВЕРИЯ СТУДЕНТОВ И ПЕРЕХОД К МОДЕЛИ VISIBLE AI 485

Салтанатова М. С. АНАЛИЗ МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКИ СТУДЕНЧЕСКИХ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ 488
Серікбаев О. М. МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ: КОНЦЕПЦИЯ И АРХИТЕКТУРА РЕШЕНИЯ 493
Скутельников Б.Г, Климов М. В, Болатов Н. Т., Владимиров Е. С. CAMPUS PARKING: УДОБНАЯ ПАРКОВКА ДЛЯ СТУДЕНТОВ И СОТРУДНИКОВ КАМПУСА 496
Албагачиева Ф. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМАТИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В РЕЕСТРАХ РК 501
Максимова Е. П. УМНЫЙ ДОМ НА ОСНОВЕ IOT: ОТ КОНЦЕПЦИИ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ 505
Хамитова А.Е. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ПОДБОРА АНАЛОГОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ 507
Барабан М., Абенов Р., Серик Б. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ «ЦИФРОВАЯ БИБЛИОТЕКА КАФЕДРЫ» 508
Оразбеков Б. Е., Нургалиев Т. А., Бадыров А. М., Қабылда А. С. BEGOOD: РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ВЕБ-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОЛОНТЁРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ 510
Лебедева Д. А. БІЛІМБАЗ: РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПОИСКА РЕПЕТИТОРОВ И ОНЛАЙН-БРОНИРОВАНИЯ ЗАНЯТИЙ 522
Серик Д. С. РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ВЕБ-СЕРВИСА ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ПОДБОРА ТОВАРОВ 525
Кабылбеков Е. Б. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ 528
Алмагамбетов А.О. ФОРМАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ 531
Игнатенко А.А. ПЛАТФОРМА СТАЖИРОВОК ДЛЯ СТУДЕНТОВ 541
Серикова А. К., Синельников А. Н., Шаканов А. А. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ “СКЛАД И УЧЕТ ТОВАРОВ” 544
Уайсов Н. Р. РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА БАЗЕ ROBLOX STUDIO 549
Уапиева Н. Б. БІЛІМ БЕРУДЕГІ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯ: ЖАҢА ЭКОНОМИКАЛЫҚ ОРТАДА ОҚУШЫЛАРДЫҢ ЖИ-ҚҰЗЫРЕТТІЛІКТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІ 559
Көшімбек Д. Х. АЗАМАТТЫҚ АВИАЦИЯНЫҢ ЦИФРЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ КИБЕРҚАУІПСІЗДІКТІ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІ 563
Салиев А. Г. РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО СЕРВИСА ДЛЯ 576

ПРОВЕДЕНИЯ ОПРОСОВ И АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРОСА
Салиев А. Г. РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО СЕРВИСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАДАЧАМИ И КОМАНДНОЙ РАБОТОЙ 579
Кабылбеков Е. Б. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ 583
Кабылбеков Е. Б. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА БАЗ ДАННЫХ 588

Басуға қол қойылды. Пішімі 70 х 100 1/10.
Көлемі 64 б. т. Таралымы 100 дана. Тапсырыс 14.

Подписано в печать 27.04.2026. Формат 70 х 100 1/10.
Объем 64 уч.-изд. л. Тираж 100 экз. Заказ 14.

«Esil University» мекемесінің баспа-полиграфиялық орталығы,
Астана қ., Жұбанов көшесі, 7 үй

Печатно-полиграфический центр учреждения «Esil University»,
г. Астана, ул. Жубанова, д. 7