



D. Serikbayev

EKTU



EKTU
ISTC

XI Халықаралық ғылыми-техникалық конференция
XI International scientific and technical conference

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Д.СЕРІКБАЕВ АТЫНДАҒЫ ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
НАО «ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д. СЕРИКБАЕВА»

«ЖАСТАР ШЫҒАРМАШЫЛЫҒЫ – ҚАЗАҚСТАННЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУЫНА»

Профессор Жеңіс Оразханұлы Құлсейітовтың 80 жылдығына арналған
студенттердің, магистранттар, докторанттар мен жас ғалымдардың

XI Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясының

МАТЕРИАЛДАРЫ

10, 11 сәуір 2025 ж.

III бөлім

«ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ – ИННОВАЦИОННОМУ РАЗВИТИЮ КАЗАХСТАНА»

МАТЕРИАЛЫ

XI Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов,
докторантов и молодых ученых, посвященной 80-летию профессора

Кульсеитова Жениса Оразхановича

10 - 11 апреля 2025 г.

Часть III



«CREATIVITY OF THE YOUNG IS INNOVATIVE DEVELOPMENT OF KAZAKHSTAN» MATERIALS

XI International Scientific and Technical Conference of Students, Undergraduates,
Doctoral Students and Young Scientists dedicated to the 80th anniversary
of Professor Zhenis Kulseitov

April 10 - 11, 2025

Part III

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
Д. СЕРІКБАЕВ АТЫНДАҒЫ ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН
ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Д. СЕРИКБАЕВА

**«ЖАСТАРДЫҢ ШЫҒАРМАШЫЛЫҒЫ – ҚАЗАҚСТАННЫҢ
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУЫНА»**

Профессор Жеңіс Оразханұлы Құлсейітовтың 80 жылдығына арналған
студенттердің, магистранттар, докторанттар мен жас ғалымдардың
XI Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясының
МАТЕРИАЛДАРЫ
10, 11 сәуір 2025 жыл

III бөлім

**«ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ – ИННОВАЦИОННОМУ
РАЗВИТИЮ КАЗАХСТАНА»**

МАТЕРИАЛЫ
XI Международной научно-технической конференции
студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых, посвященной
80-летию Кульсеитова Жениса Оразхановича
10, 11 апреля 2025 г.

Часть III

**«CREATIVITY OF THE YOUNG IS INNOVATIVE
DEVELOPMENT OF KAZAKHSTAN»**

MATERIALS
XI International Scientific and Technical Conference of Students, Undergraduates,
Doctoral Students and Young Scientists dedicated to the 80th anniversary of Professor
Zhenis Kulseitov
April 10-11, 2025

Part III

Өскемен
Усть-Каменогорск
2025 г.

УДК 62
ББК 30
Ж 33

Главный редактор: к.т.н. С.Ж. Рахметуллина
Зам. главного редактора: к.э.н. Ж.Т. Конурбаева

Редакционная коллегия: PhD Алибеккызы К., к.т.н. Вайс Ю.А., PhD Сулейменова Л.Р.

Жастардың шығармашылығы – Қазақстанның инновациялық дамуына: Профессор Жеңіс Оразханұлы Құлсейітовтың 80 жылдығына арналған студенттердің, магистранттар, докторанттар мен жас ғалымдардың XI Халықаралық ғылыми-техникалық конф. материалдары, 10, 11 сәуір 2025 ж. = **Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана:** Материалы XI Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых, посвященной 80-летию профессора Кульсеитова Жениса Оразхановича, 10, 11 апреля 2025 г. – Өскемен: ШҚТУ, 2025. – III б. – 174 б. – казахша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-208-865-6 (III б.)

ISBN 978-601-208-863-2

В сборник вошли материалы докладов, рассматривающие актуальные вопросы и перспективы внедрения информационных технологий и искусственного интеллекта, а также вопросы автоматизации, радиотехники и телекоммуникаций.

Сборник рассчитан на студентов, магистрантов, докторантов и молодых преподавателей вузов.

УДК 62
ББК 30

Печатается по разрешению редакционно-издательского совета университета.

ISBN 978-601-208-865-6 (III б.)

ISBN 978-601-208-863-2

© ВКТУ им. Д. Серикбаева, 2025

СЕКЦИЯ «ПЕРСПЕКТИВЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»

ӘӨЖ 004.8

Ажгужиев А.М. (Экономика және құқық факультеті, Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе қаласы)

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ: ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН ҚОҒАМҒА ӘСЕРІ

***Андапна.** Бұл мақалада цифрлық технологияларды адам өмірінің түрлі салаларына енгізу және жасанды интеллектті қолдану мәселелері қарастырылады. Мақалада жасанды интеллекттің даму перспективалары мен заманауи үрдістері жан-жақты талданады. Оның экономикадағы, ғылымдағы және әлеуметтік саладағы рөлі, сондай-ақ бизнеске, денсаулық сақтау жүйесіне, білім беру саласына, өндірістік процестерге және күнделікті өмірге әсері зерттеледі. Сонымен қатар, жасанды интеллекттің қарқынды дамуының артықшылықтары мен әлеуетті қауіптері, еңбек нарығына ықпалы, жаңа жұмыс орындарын құру мүмкіндігі және біліктілікті арттыру қажеттілігі қарастырылады. Әсіресе, халықаралық қауымдастықтың, ғылыми институттардың және жеке сектордың осы технологияны тиімді басқарудағы рөліне ерекше назар аударылады. Сондай-ақ, жасанды интеллектті реттеу мәселелері, оның этикалық және құқықтық қырлары, сондай-ақ адамзаттың болашағына ықпалы қарастырылады.*

***Түйін сөздер:** жасанды интеллект, цифрлық технология, автоматтандыру, биоинформатика, ғылыми прогресс.*

Қазіргі уақытта жасанды интеллект – заманауи технологиялардың ең қарқынды дамып келе жатқан бағыттарының бірі. Цифрлық технологияларды адам өмірінің әртүрлі салаларына енгізу және жасанды интеллектті қолдану көптеген инновациялық өзгерістерге алып келіп, қоғам алдына этикалық, құқықтық және әлеуметтік аспектілерді қайта қарау қажеттілігін қояды. Оның мүмкіндіктері мен қолдану салалары күн сайын кеңейіп, экономика, әлеуметтік және ғылыми салаларға елеулі өзгерістер енгізуде. Жасанды интеллекттің дамуы әлемдік ғылыми қауымдастықтың назарында тұр. Жасанды интеллекттің шешім қабылдау қабілеті күшейген сайын, оның әсері тек технологиялық жетістіктермен шектелмей, қоғамдық құрылымдарға, тұлға аралық қатынастарға, еңбек нарығына, білім беру және денсаулық сақтау жүйесіне де ықпал етуде.

Жасанды интеллект – өзіндік міндеттері бар, ерте технологияға негізделетін ең жаңа ақпараттық технология [1, с. 6]. Ол машиналық оқыту, нейрондық желілер, үлкен деректерді талдау және табиғи тілді өңдеу технологияларымен тығыз байланысты. Бұл технологиялар заманауи цифрлық экономиканың ажырамас бөлігіне айналып, көптеген салаларда революциялық өзгерістер жасауда.

Жасанды интеллект технологияларының дамуы бірнеше кезеңнен өтті – ережелерге негізделген жүйелерден бастап қазіргі терең оқыту әдістеріне

дейін. Бастапқы кезеңдерде жасанды интеллект қарапайым алгоритмдер негізінде жұмыс істеді, алайда бүгінде терең нейрондық желілер мен үлкен деректердің қолжетімділігі оны мүлде жаңа деңгейге көтерді. Жасанды интеллект орасан көлемдегі деректерді өңдеп, күрделі шешімдер қабылдай алады, сөйлеу мен бейнелерді тани отырып, адам үшін қолжетімсіз міндеттерді орындай алады.

Қазіргі уақытта жасанды интеллекттің дамуына ықпал ететін негізгі факторлар – есептеу қуатының артуы, үлкен деректердің қолжетімділігі және алгоритмдердің жетілдірілуі. Соңғы онжылдықтарда бұл факторлар жасанды интеллект жүйелерінің күрделенуіне және олардың қолдану аясының кеңеюіне алып келді. Бүгінде бұл технологиялар медицина, қаржы, өндіріс, логистика және басқа да салаларда кеңінен қолданылады. Жасанды интеллект ауруларды ерте диагностикалау, қаржылық алаяқтықты анықтау, өндірістік процестерді оңтайландыру және көлік жүйелерін автоматтандыру сияқты күрделі міндеттерді тиімді шешуге көмектеседі.

Жасанды интеллекттің қарқынды дамуы оны өмірдің түрлі салаларына енгізу барысында моральдық және құқықтық мәселелердің өзектілігін арттырып, күн тәртібіне қояды. Негізгі мәселелердің бірі – ақпараттың құпиялылығы, себебі жасанды интеллект адамдар туралы деректерді жаһандық деңгейде жинап, талдау қабілетіне ие. Бұл процесс көбінесе пайдаланушылар өз деректерінің қалай қолданылатынын толық түсінбеген жағдайда жүзеге асады. Машиналық оқыту технологиялары жасанды интеллект жүйелеріне жеке ақпарат негізінде қорытынды жасап, болжамдар жасауға мүмкіндік береді, бұл кейде жеке өмірге қол сұғу құқықтарының бұзылуына әкелуі мүмкін. Бұл мәселені шешу үшін дербес деректерді жинау мен пайдалануды реттейтін тиімді заңдар әзірлеу қажет, осылайша жеке бостандыққа зиян келтірмеу қамтамасыз етілуі тиіс.

Сонымен қатар, деректердің қауіпсіздігі мәселесі де туындайды, әсіресе жасанды интеллект жүйелері күрделене түсіп, автономды бола бастаған кезде. Мысалы, қаржы саласында жасанды интеллект нарықтағы үрдістерді болжау үшін орасан көлемдегі транзакциялық деректерді талдайды, алайда ол манипуляцияға ұшырауы мүмкін. Соңғы ірі кибершабуылдардың мысалдары жасанды интеллект жүйесіне әсер ету қаншалықты оңай екенін және оның қате ұсынымдар бере бастау қаупін көрсетті. Бұл бизнес пен қоғам үшін елеулі қауіп төндіреді. Сондықтан ғылыми қауымдастық пен үкімет мұндай қатерлерден қорғайтын сенімді механизмдерді әзірлеу бағытында белсенді жұмыс істеуі қажет, бұл жасанды интеллекттің қауіпсіз қолданылуын және инфрақұрылымның қорғалуын қамтамасыз етеді.

Жасанды интеллект тек техникалық жетістіктерге ғана емес, сонымен қатар адамның өмірінің әртүрлі аспектілеріне, оның ішінде білім беру, медицина және адам аралық қатынастарға да әсер етеді. Әрбір осы бағытта ИИ жаңа мүмкіндіктер аша отырып, қоғам алдында маңызды этикалық және әлеуметтік мәселелерді көтереді.

Білім беру саласында жасанды интеллект оқу процесін жеке тұлғаға бейімдеуге мүмкіндік береді, әрбір студенттің қажеттіліктері мен оқу

қарқынына сәйкес бейімделген адаптивті курстарды жасайды. Бұл материалды меңгерудің сапасын жақсартып, түрлі білім алу қажеттіліктері бар оқушыларға көмектеседі. Сонымен қатар, ИИ технологиялары шалғай аудандардағы студенттер үшін жоғары сапалы білім алуға мүмкіндік береді, бұл шекараларды жойып, қашықтықтан оқу мүмкіндіктерін кеңейтеді. Дегенмен, жасанды интеллектті білім беру жүйесіне енгізу осы технологиялардың барлық оқушылар үшін әділдік пен қолжетімділігін қамтамасыз ету мәселелеріне назар аударуды талап етеді.

Медицинада жасанды интеллект қазірдің өзінде ауруларды диагностикалау, жаңа емдеу әдістерін әзірлеу және медициналық қызмет сапасын жақсарту үшін белсенді қолданылып келеді. Ол үлкен көлемдегі деректерді талдауға көмектеседі, бұл дәрігерлерге дәл диагноз қоюға және аурулардың даму барысын жоғары дәлдікпен болжауға мүмкіндік береді. Бірақ көптеген артықшылықтарға қарамастан, ИИ жеке деректерді қорғау және алгоритмдер қабылдаған шешімдер үшін жауапкершілік мәселелерін туындатады. Маңыздысы, ИИ технологиялары денсаулық сақтау саласында адам интуициясы мен тәжірибесін алмастырып, толықтырып отыратын жүйені қалыптастыру болып табылады.

Адамдар арасындағы қатынастар да жасанды интеллектің ықпалына ұшырайды, әсіресе ИИ әлеуметтік желілер мен цифрлық платформаларда қарым-қатынас жасау үшін белсенді қолданылатындықтан. Жасанды интеллект алгоритмдері адамдарға пікірлестерін табуға және әлеуметтік байланыстар құруға көмектеседі, бірақ бұл шынайы, тірі өзара әрекеттесудің сапасына да әсер етуі мүмкін. Жеке адамдарға жалғыздықта қолдау көрсететін виртуалды ассистенттер мен чат-боттар пайдалы болуы мүмкін, бірақ олар шынайы қарым-қатынас дағдыларын дамытуға қауіп төндіреді. Осыған байланысты, технологиялар мен адам қатынастарының үйлесімді өзара әрекеттесуін қамтамасыз ететін этикалық нормаларды орнату қажеттілігі туындайды, бұл жеке қауіпсіздік пен деректердің құпиялылығын бұзбайды.

Алайда, оның қоғамға әсері тек экономикалық артықшылықтармен шектелмейді. Жұмыс орындарын автоматтандыру жаңа мамандықтардың пайда болуына себеп болады, бірақ сонымен қатар кейбір кәсіптердің жойылуына әкелуі мүмкін. Осыған байланысты мамандарды қайта оқыту және жаңа технологияларға бейімделу мәселесі өзекті болып отыр.

Болашақта жасанды интеллект дамуды жалғастырып, адамзат қоғамының барлық салаларына әсер ететін ең маңызды құралға айналады. Оның дамуын бақылау және тиімді басқару – ғылыми қауымдастықтың, бизнестің және мемлекеттік құрылымдардың бірлескен міндеті. Сонымен қатар, жасанды интеллектің этикалық аспектілерін ескеру маңызды, мысалы, алгоритмдердің әділдігі, деректердің қауіпсіздігі және жеке өмірді қорғау.

Үлкен деректерді өңдеу және шешім қабылдау – жасанды интеллектің ең маңызды міндеттерінің бірі. Қазіргі заманғы компаниялар мен ұйымдар тиімді қызмет атқару үшін ақпаратты терең талдауға мұқтаж.

Жасанды интеллект алгоритмдері үлкен деректердегі заңдылықтарды анықтап, оларды бизнес-шешімдер мен ғылыми зерттеулерді жақсарту үшін қолдануға мүмкіндік береді. Бұл технологиялар медицина, қаржы, маркетинг және климаттық өзгерістерді болжау салаларында кеңінен қолданылады.

Ғылыми зерттеулер мен технологиялық жетістіктер жасанды интеллектінің болашағын қалыптастырады. Бұл саладағы инновацияларды белсенді енгізу адамзатқа көптеген мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Сондықтан технологияларды дамыту мен оларды жауапкершілікпен қолдану арасында тепе-теңдікті сақтау маңызды.

Бүгінде жасанды интеллект бірнеше негізгі бағытта дамып келеді, әрқайсысы ғылыми прогресс пен инновацияларға әсер етеді. Бұл бағыттар жасанды интеллектінің қоғамға ықпалын кеңейтеді және оның қолданылуын барған сайын әмбебап етеді.

Автоматтандыру – тағы бір маңызды бағыт. Жасанды интеллект өндіріс процестерінің, логистиканың, денсаулық сақтаудың және қаржы секторының тиімділігін арттырады. Қазіргі заманғы зауыттарда роботтандырылған жүйелер өнімділікті арттыруға және қауіпті немесе ауыр жұмыстарды орындауға көмектеседі [2, с. 18]. Логистика саласында жасанды интеллект көлік қозғалысын және жеткізу тізбегін басқаруды оңтайландырады. Медицинада роботтандырылған хирургиялық жүйелер мен интеллектуалды диагностика платформалары дамып келеді.

Табиғи тілмен жұмыс (NLP) – жасанды интеллектінің дамуының ең маңызды бағыттарының бірі. ChatGPT сияқты модельдер машиналардың адам тілін түсіну және өңдеу қабілетін жетілдіреді. Бұл технологиялар мәтіндерді талдауда, автоматты аудармада, виртуалды ассистенттерде, құжаттарды өңдеуде және клиенттерге қолдау көрсету қызметтерінде белсенді қолданылады. Білім беру саласында олар оқу процесін жеке тұлғаға бейімдеп, студенттерге оқуда көмектеседі.

Жасанды интеллект пен биоинформатика – медицина үшін жаңа мүмкіндіктер ашатын маңызды симбиоз. Жасанды интеллект көмегімен геномды талдау тұқым қуалаушылық ауруларын анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жасанды интеллект технологиялары онкологиялық ауруларды диагностикалауда, емдеуді оңтайландыруда және жаңа дәрілерді әзірлеуде көмектеседі.

Жасанды интеллект шығармашылық саласында да қарқынды дамып келеді. Бүгінгі таңда нейрондық желілер суреттер жасайды, музыкалық шығармалар құрады, сценарийлер жазады және әдеби шығармаларды талдайды. Олар бейнелерді өңдеуде, арнайы эффектілерді жасауда және аудио файлдарды түрлендіруде көмек көрсетеді.

Жасанды интеллекттің дамуын тиімді басқару үшін халықаралық қауымдастықтың, ғылыми институттардың және жеке сектордың бірлескен жұмысы маңызды. Жасанды интеллект өмір сапасын жақсартуға, жаңа жұмыс орындарын құруға және технологиялық прогресті жеделдетуге қабілетті.

Нәтижесінде жасанды интеллект тек технологиялық қана емес, әлеуметтік өзгерістер факторы да болып, адамзатқа максималды пайда әкелу үшін ақылды басқаруды талап етеді.

Жасанды интеллекттің болашақтағы дамуы мен қоғамға ықпалы тек технологиялық жетістіктермен шектелмейді, сонымен қатар оның әлеуметтік, мәдени және философиялық салдарларына да назар аудару қажет. Қазіргі таңда жасанды интеллект жүйелерінің адамзат қоғамында қандай орын алатыны туралы пікірталастар кеңінен өріс алуда. Бұл технологияның таралуы адам мен машина арасындағы шекараны өзгертуде, соның ішінде шығармашылық, этикалық мәселелерге жаңа көзқарас қалыптастыруда.

Сонымен қатар, адам мен жасанды интеллект арасындағы қатынастардың тереңдеуі болашақта жаңа сұрақтарды туындатуы мүмкін. Жасанды интеллект психология мен философиядан айырмашылығы, интеллектуалды жасанды тіршілік иелерін жасаумен айналысады[3, с. 11]. Адамдардың эмоционалды қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін жасанды интеллектті пайдалану, мысалы, виртуалды серіктер, эмоционалды көмек көрсететін бағдарламалар және интерактивті жүйелердің дамуы – қазіргі заманғы қоғамның маңызды үрдістерінің бірі. Бұл технологиялардың дамуы жалғыздық мәселесін шешуге көмектесуі мүмкін, бірақ сонымен бірге адамдардың әлеуметтік дағдылары мен қарым-қатынас сапасына да әсер етуі ықтимал.

Болашақта жасанды интеллекттің құқықтық реттелуі де маңызды рөл атқарады. Бұл технологияларды этикалық тұрғыдан дамыту және олардың адам құқықтарына зиян келтірмеуін қамтамасыз ету үшін заңнамалық базаны жетілдіру қажет. Жасанды интеллекттің шешім қабылдау үдерістерін ашық әрі әділетті ету үшін қоғамның барлық мүдделі тараптары – ғалымдар, кәсіпкерлер, заңгерлер және қарапайым азаматтар – бірлесе жұмыс істеуі тиіс.

Осы мәселелерді ескере отырып, жасанды интеллекттің дамуын бақылау және оны тиімді пайдалану үшін мемлекеттік реттеу мен ғылыми зерттеулердің үйлесімділігі қажет. Болашақта технологияларды адамның игілігіне бағыттау және оның теріс салдарын барынша азайту үшін көпсалалы ынтымақтастық пен жауапты шешім қабылдау жүйесін қалыптастыру маңызды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. А. Ж. Асамбаев. Жасанды интеллект негіздері: Оқулық. Алматы, ЖШС РПБК «Дәуір» 2011 ж. – 136 б.
2. Шваб, К. Четвертая промышленная революция. Издательство Crown Business, 2017. – 208 с.
3. Девятков В. В. Системы искусственного интеллекта. - М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2001. - 352 с.
4. Флориди, Л. Этика искусственного интеллекта. Изд-во Springer, 2018.
5. Потапов А.С. Технологии искусственного интеллекта – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 218 с.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE EVOLUTION OF TECHNOLOGY AND
IMPACT ON THE FUTURE

Annotation. *This article explores the rapid development of artificial intelligence and its profound impact on various aspects of modern society. AI, closely linked to machine learning, deep learning, and big data analysis, is revolutionizing industries such as healthcare, finance, education, and logistics. While AI enhances automation and decision-making, it also raises ethical and legal concerns, particularly regarding data privacy, security, and fairness. The study highlights the necessity of responsible AI governance, ensuring a balance between technological progress and human well-being. Future advancements in AI, including quantum computing and robotics, will require global collaboration to maximize benefits while mitigating potential risks.*

Keywords: *artificial intelligence, machine learning, deep learning, automation, data privacy, ethics, cybersecurity.*

Currently, artificial intelligence is one of the most dynamically developing fields of modern technology. The active implementation of digital solutions in various areas of life leads to significant innovative changes and requires a reassessment of ethical, legal, and social aspects. With each passing day, its capabilities and applications expand, exerting a noticeable influence on the economy, society, and science. Issues related to the development of artificial intelligence are at the center of attention of the global scientific community. As AI's decision-making capabilities grow, its impact extends beyond purely technological achievements, affecting social institutions, interpersonal relationships, the labor market, as well as education and healthcare systems.

Artificial intelligence is closely linked to machine learning, neural networks, big data analysis, and natural language processing. These technologies play a key role in the modern digital economy, driving fundamental changes across numerous fields. The development of artificial intelligence technologies has gone through several stages—from rule-based systems to modern deep learning methods. In its early stages, AI relied on simple algorithms, but thanks to advances in deep neural networks and the availability of large datasets, it has reached a qualitatively new level. Today, artificial intelligence can analyze vast amounts of information, make complex decisions, recognize speech and images, and perform tasks that surpass human capabilities [1, p. 78].

Currently, the development of artificial intelligence is driven by three key factors: increasing computational power, the availability of big data, and the improvement of algorithms. Over the past decades, this has led to the increasing complexity of AI systems and the expansion of their applications. Today, artificial intelligence technologies are actively used in medicine, finance, manufacturing, logistics, and many other fields. They enable effective solutions to tasks such as early disease diagnosis, fraud detection in financial transactions, optimization of production processes, and automation of transportation systems.

The rapid advancement of artificial intelligence raises pressing moral and legal questions that become increasingly relevant as AI becomes more widespread. One of the main challenges is data privacy protection, as AI can collect and analyze information about people on a global scale. This process often occurs without users fully understanding how their data is being used. Through machine learning technologies, AI can draw conclusions and make predictions based on personal data, frequently raising concerns about privacy rights. To address this issue, effective legislation must be developed to regulate the collection and use of personal data, ensuring a balance between technological progress and the protection of individual freedoms.

Additionally, data security is becoming a critical concern, especially as AI systems grow more complex and autonomous. In the financial sector, for example, artificial intelligence analyzes massive volumes of transactional data to predict market trends but can be vulnerable to manipulation [2, p. 315]. Recent large-scale cyberattacks demonstrate how AI systems can be exploited to generate inaccurate recommendations. This poses serious risks for businesses and society as a whole. Therefore, the scientific community and government institutions must actively develop and implement robust protective mechanisms to ensure the secure use of artificial intelligence and the protection of critical infrastructure.

Artificial intelligence impacts not only technological progress but also various aspects of life, including education, medicine, and interpersonal relationships. In each of these areas, AI opens up new opportunities while simultaneously raising important ethical and social questions.

In medicine, artificial intelligence is already widely used for disease diagnosis, the development of new treatments, and the improvement of healthcare quality. By analyzing vast amounts of data, AI helps doctors make more accurate diagnoses and predict disease progression with high precision. However, the use of AI in healthcare also sparks discussions about data privacy protection and accountability for algorithm-driven decisions. It is crucial to establish a system where AI complements rather than replaces human expertise and intuition.

Interpersonal relationships are also influenced by artificial intelligence, particularly given its active use in social networks and digital communication platforms. AI algorithms help users find like-minded individuals and build social connections, but they can also impact the quality of real-life interactions. Virtual assistants and chatbots that provide companionship for lonely individuals can be beneficial, but they also pose a risk of diminishing live communication skills. This underscores the need for ethical guidelines to ensure a balance between technological progress and the preservation of authentic human relationships while guaranteeing personal safety and data privacy.

In the future, artificial intelligence will continue to evolve rapidly, becoming a key tool influencing all aspects of life. Managing its development and ensuring control over this process is a shared responsibility of the scientific community, businesses, and government structures. Special attention must be paid to ethical concerns such as algorithmic fairness, data protection, and cybersecurity [2, p. 500].

One of the most critical functions of artificial intelligence is big data processing and decision-making. Modern companies and organizations require deep data analysis to enhance operational efficiency. AI algorithms enable the identification of patterns in massive datasets, improving business strategies and advancing scientific research. These technologies are widely applied in fields such as medicine, finance, marketing, and climate modeling.

Scientific research and technological advancements shape the future of artificial intelligence. Innovations in this field will help humanity address global challenges, but it is essential to maintain a balance between technological progress and responsible AI use [3, p. 365].

Today, artificial intelligence is developing in several key directions, each contributing to scientific progress and innovation. These technologies expand AI's impact on society, making its applications more universal.

Automation is one of the most critical areas of AI development. Artificial intelligence enhances the efficiency of manufacturing processes, logistics, healthcare, and the financial sector. In modern enterprises, robotic systems boost productivity and perform complex or hazardous tasks. In logistics, AI optimizes transportation flow management and supply chain operations. In medicine, robotic surgical systems and intelligent diagnostic platforms are rapidly advancing.

The future of artificial intelligence is closely tied to quantum computing, bioinformatics, robotics, and data processing. However, alongside the development of these technologies, ensuring their security and responsible regulation is imperative.

Ultimately, artificial intelligence will become not only a technological factor but also a social force driving change, requiring thoughtful management and effective governance to maximize its benefits for society.

REFERENCES

1. Russell, S., & Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). - Pearson, 2021. - 1152 p.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. Deep Learning. - MIT Press, 2016. - 800 p.
3. Bostrom, N. Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies. - Oxford University Press, 2014. - 390 p.
4. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. - W. W. Norton & Company, 2014. - 320 p.

ӘОЖ 005.32:159.9

Азаматова Ә. (23-АУК-1, ШҚТУ), Баталова М.Е. (оқытушы, ШҚТУ)

КӨРІНЕТІН ЖАРЫҚ СЫМСЫЗ ЖҮРГІЗУ ЖӘНЕ OFDM ҮЙЛЕСІМДІЛІГІН СЫНАҚ СТЕНДІ

***Аңдатпа.** Көрінетін жарық байланысы (VLC) технологиясының ішкі қамту үшін сымсыз RF технологиясын толықтыру мүмкіндігі бар. Ол бір уақытта жарықтандыруды басқаруды және сымсыз деректерді беру мүмкіндіктерін уәде етеді.*

Кері полярлық оптикалық OFDM (RPO-OFDM) - жарықтықты басқаруға арналған аналогтық OFDM сигналы мен саланың танымал импульстік ені модуляциясы (PWM) арасындағы өзара әрекеттестіктің соңғы тәсілі. Бұл мақалада біз көрінетін жарық пен күңгірттеу арқылы RPO-OFDM үйлесімді сымсыз сынақ алаңын ұсынамыз.

***Түйін сөздер:** көрінетін жарық байланысы, VLC, Li-Fi, қарқындылық, модуляция, күңгірттеу, PWM, кері полярлық оптикалық.*

Кіріспе. Жарық шығаратын диод (LED) қатты күйдегі жарықтандыру (SSL) технологиясына негізделген болашақ ішкі және сыртқы жарықтандыру үшін басым жарық көзі болып саналады. Кәдімгі шамдармен салыстырғанда, мысалы, қыздыру флуоресцентті лампалармен салыстырғанда, жарықдиодты шамдарға негізделген шамдардың жылдам әрекет ету уақыты шамдарды пайдалана отырып, сымсыз байланыс инфрақұрылымын жүзеге асыру үшін жарық диодтарын модуляциялауға үлкен қызығушылықтың негізгі себебі болып табылады, яғни көрінетін жарық байланысына негізделген VLC технология. Мысалы, қоршаған орта және қауіпсіздік тұрғысынан VLC сымсыз RF технологияларына қарағанда бірқатар бірегей артықшылықтарға ие, бұл VLC-ті әдеттегі РЖ әріптесіне қосымша перспективалы үміткер етеді [1].

Қарапайым және үнемді VLC жүйелерінде байланыс сигналы оптикалық тасымалдаушының лездік қуатымен модуляцияланады (жиілік немесе фазалық ақпарат жоқ), ал оптикалық детектор (фотодиод (ФД)) қабылданған лездік қуатқа пропорционал ток жасайды. [2].

Ортогональды жиілікті бөлу мультиплексирлеу (OFDM) VLC жүйелері үшін перспективалы көп тасымалдаушы модуляция әдісі болып табылады, мысалы, оның жоғары спектрлік тиімділігі мен символаралық кедергілерге (ISI) беріктігі болып табылуы. Жарықтандыру талаптарына байланысты шектеулі жарық диодты өткізу қабілеті және сигнал сапасы жоғары OFDM негізіндегі VLC жүйелерінде жоғары ретті көп деңгейлі квадратуралық амплитудалық модуляция (M-QAM) таңбаларын ортогональды қосалқы тасымалдаушыларда параллельді жіберу арқылы жоғары деректер жылдамдығы сақталады. Дегенмен, РЖ-да қолданылатын күрделі мәнді OFDM сигналы IM/DD үшін жарамсыз, себебі жарық диодты басқару сигналы нақты және оң болуы керек. Сондықтан IM/DD үшін қолайлы нақты мәнді OFDM оптикалық пішімдері ұсынылады. Оптикалық доменде кәдімгі

тұрақты тұрақты биполярлы оптикалық OFDM (DCO-OFDM) тұрақты ток қалдығы есебінен толық спектрлік тиімділікті және төмен қуат тиімділігін қамтамасыз етеді [3]. Спектрлік тиімділіктің жартысы мен жоғары қуат тиімділігіне асимметриялық кесу (ACO-OFDM) [4] және дискретті көп тонды импульстік амплитудалық модуляция (PAM-DMT) [5] бар бір жақты оптикалық OFDM көмегімен қол жеткізіледі. Дегенмен, полярлық OFDM (P-OFDM), спектрлік және қуатты тиімді OFDM (SEE-OFDM) және гибриді ACO-OFDM (HACO-OFDM) толық спектрлік тиімділікті қамтамасыз етеді.

Жоғары спектрлі және тиімділігі жоғары өнімділігі жоғары оптикалық OFDM пішімдерімен қатар, VLC коммерциялануын шектейтін негізгі дизайн мәселесі - кең өткізу қабілеттілігі мен сенімді VLC арналарын сақтай отырып, жарықтандыру өнеркәсібінде жиі қолданылатын күңгірттеу әдістерін енгізу болып келеді. Атап айтқанда, мәселе жарықтылықты басқаруға арналған импульстік ен модуляциясын (ШИМ) және деректерді беру үшін OFDM сигналын қоса алғанда, гибриді модуляция әдістерін әзірлеу болып табылады.

Жақында ұсынылған кері полярлық оптикалық OFDM (RPO-OFDM) деректерді беру үшін бүкіл ШИМ циклін пайдаланады (деректерді беру ШИМ сигналын қосу және өшіру кезінде де жүреді).

VLC күңгірттеу модуляциясы. Оптикалық байланыстың шектеулері VLC сияқты оптикалық байланыстар IM/DD іске асырады. Егер $x(t)$ жарық сапасының жарық диодты көзінің лездік оптикалық қуаты немесе қарқындылығы болса, $x(t) \geq 0$ барлық t үшін шектелген. Жарық көзінің $x(t)$ P_{\max} шектеуі де бар, мұнда P_{\max} жарық диоды немесе шамның максималды шығыс оптикалық қуатын білдіреді. Сонымен қатар, оптикалық түрлендіру функциясы әдетте минималды және максималды оптикалық қуат деңгейлерінің айналасында сызықты емес. Бұл шектеулер кәдімгі биполярлық модуляция схемаларының қиынды және бұрмалануды азайту үшін біржақты және шартты болуы керектігін білдіреді. Қос мақсатты VLC жүйелері жағдайында $E[x(t)] \sim P_{\text{ave}}$ шектеуі жарықтандыру жүйесінің талаптарын қанағаттандыру үшін де қанағаттандырылуы керек.

VLC модуляциясы таратқыш ажыратымдылығымен шектеледі. Көптеген коммерциялық жарықдиодты драйверлер екі деңгейлі шығыстармен жасалған және күңгірттеу PWM арқылы басқарылады, мұнда импульстің жұмыс циклі өзгереді. Екі позициялық кілттеу (OOK) немесе импульстік позиция модуляциясы (PPM) сияқты дискретті деңгейлі модуляция схемалары екі шығыс деңгейімен өлшенген, жалған модуляция схемалары жоғары ажыратымдылықты қажет етеді. Бұл драйвер ажыратымдылығы немесе сандық-аналогтық түрлендіргіштің (DAC) рұқсаты, оптикалық түрлендіргіш аналогтық сигналмен басқарылатын жағдайларда модуляцияланған сигналдың әлеуетті деңгейлерін шектейді.

VLC таратқышының жиілік реакциясы VLC арнасының жылдамдығын қарастырғанда жиі шектеуші фактор болып табылады. Оптикалық түрлендірудің әдеттегі жауап уақыты (мысалы, жарықдиодты сәулелену немесе фосфоресценция) жиілік реакциясына әкеледі. 5-20 МГц

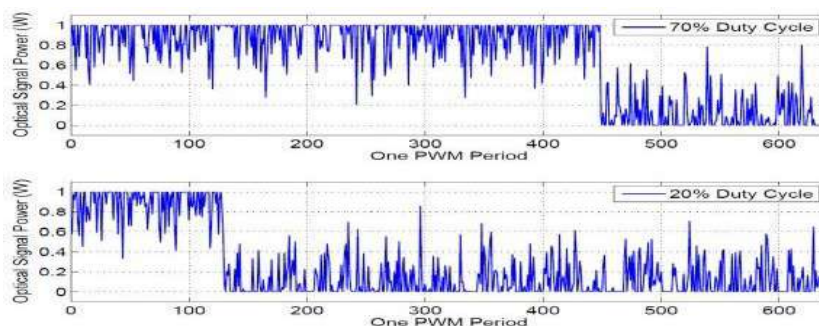
диапазонында 3 дБ, сондықтан VLC әдетте нақты негізгі жолақ сигналдарымен шектеледі.

Импульстік тізбектердің деректер жылдамдығы осы жиілік реакциясымен шектеледі, себебі бұрмалану кең жиілік диапазонын қамтитын символдар үшін орын алады; дегенмен, OFDM әдістері жиілік доменінің бөлінуінен пайда көреді және сигнал құрамдастарын бос жүктеме сияқты әдістер арқылы 3 дБ өткізу қабілеттілігінен тыс тасымалдайтыны көрсетілген, мұнда көп тасымалдаушы OFDM бөлек тізбектерді пайдалану тұрғысынан үзіліс тізбектерінен ерекше артықшылық береді. Бұл жиынтықты пайдалану арқылы сызықты емес жиілік реакциясына байланысты сигнал бұрмалануын азайтады, осылайша әрбір ішкі тасымалдаушыдағы модуляцияланған сигнал салыстырмалы түрде сызықтық жауапқа ие болады.

Бұл OFDM сигналына 3 дБ өткізу қабілетінен тыс жиілік құрамдастарын кез келген бір қосалқы тасымалдаушыдан сигнал компоненттерін қатты бұрмалаусыз пайдалануға мүмкіндік береді. Оптикалық байланыстарда оптикалық байланыстың көптеген шектеулерін қанағаттандыру үшін DCO-OFDM және ACO-OFDM [3,4] сияқты әдістер әзірленді; дегенмен, орташа оптикалық қуат шектеулеріне динамикалық бейімделу үшін қосымша модификациялар қажет. RPO OFDM – қос мақсатты VLC арнасының арна мен жарықтандыру шектеулерін қанағаттандыру үшін ACO-OFDM және PWM біріктіретін ұсынылған әдіс.

Оптикалық кері полярлығы OFDM RPO-OFDM OFDM сілтемесінен жылдам оптикалық сигналды салыстырмалы түрде баяу PWM күңгірттеу сигналымен біріктіру ұсынылады, мұнда екі сигнал да жарық диодты шамның тиімді жарықтығына ықпал етеді. Негізгі идея - OFDM сигналын PWM күңгірттеу сигналының үстіне қою. Мысалы, егер ACO OFDM сигналы және белгілі күңгірттеу қабылданса, PWM сигналы болмаған кезде қалыпты ACO-OFDM таңбалары қойылады және сигнал қосулы кезінде инверттелген (кері полярлық) ACO-OFDM таңбалары қосылады.

RPO-OFDM кез келген оптикалық OFDM сигналына, соның ішінде биполярлық DCO-OFDM сигналына қолданылуы мүмкін. Дәл сол модуляция демодуляциясының реті DCO-OFDM сигналы үшін жарамды.



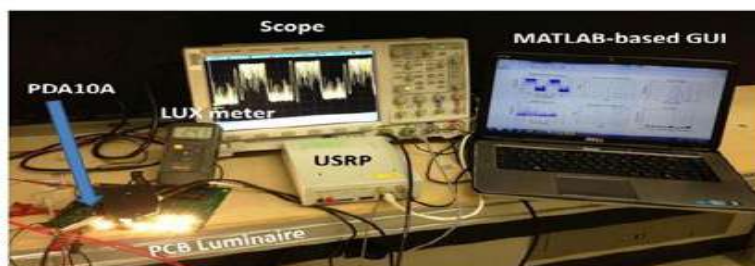
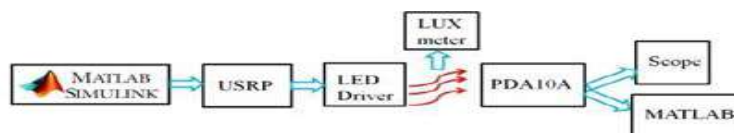
1 сурет - 70% (жоғарғы) және 20% (төменгі) жұмыс циклдеріндегі ACO-OFDM негізіндегі RPO-OFDM оптикалық толқын пішіні



2 сурет - Шам тақтасы

Өлшеу нәтижелері. SDR концепциясы іске асыру икемділігін қамтамасыз ету үшін сигналды өңдеу, яғни толық модуляция және демодуляция тізбегі аналогтық доменнен цифрлық доменге тасымалданатын кең таралған әдіс болып табылады. Жарықтандыру жағдайларын динамикалық бейімдеуге арналған тәжірибелік сынақ стендінің құрылымдық схемасы (жарықтандыру талаптарын қанағаттандыру үшін).

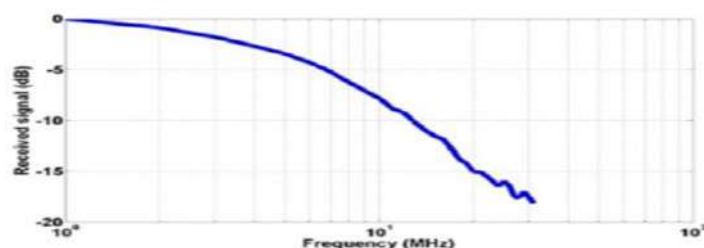
MATLAB RPO-OFDM жүйесін модельдеу үшін пайдаланылады және Simulink Ettus Research компаниясының USRP интерфейсімен интерфейс үшін пайдаланылады. Біз MATLAB жүйесінде кездейсоқ деректер қатарын және сәйкес RPO-OFDM сандық үлгілерін жасаймыз. USRP жүйесіне сандық сигналдарды қайталап жіберу үшін Simulink жүйесінде USRP аппараттық драйвер интерфейсін (UHD) қолданамыз (коммуникациялар жүйесінің құралдар жинағы үшін USRP қолдау пакетін қажет етеді). Бұл іске асыруда және USRP бөлігі ретінде біз берілген тақша жарығына кіріс ретінде әрекет ететін 400 кбит/с базалық жолақты электр сигналын жасау үшін төмен жиілікті таратқыштың қосымша тақтасын (LFTX) қолданамыз. USRP 400 KSps жылдамдығымен жұмыс істейтін LFRX еншілес картасымен жабдықталған.



3 сурет - Стендтің құрылымдық сұлбасы

Біз нақты уақыттағы іске асыруды жүзеге асырдық, онда MATLAB негізіндегі графикалық пайдаланушы интерфейсі (GUI), мысалы, OFDM символына бит қателерінің санын және күтілетін күрделі шоқжұлдыздарды көрсетеді.

Бекітілген орташа RPO-OFDM таңба қуатында (17 дБм) алынған BER қолдау көрсетілетін күңгірттеу ауқымында күңгірттеу деңгейіне тәуелсіз сақталатыны тәжірибе жүзінде расталды. Қолдау көрсетілетін күңгірттеу ауқымы тек 12,5% құрайды. Сондай-ақ QAM модуляция тәртібінің шамамен 50% күңгірттену деңгейіне әсер етпейтіні байқалды. 10-3 ретті хабарланған BER арнаны бағалаусыз және таңбаны теңестірусіз алынады, яғни жиілік доменін теңестіру үшін арнаны бағалау үшін пилоттық таңбалар берілмейді. Сонымен қатар, осциллограф терезесінде BPSK және 4-QAM көмегімен қатесіз BER өнімділігіне қол жеткізіледі. Бір USRP VLC үшін трансивер ретінде пайдаланылады.



4 сурет - АЧХ LED драйверлері

Қорытынды. Әзірленген ПХД шамы стандартты PWM сигналымен күңгірттеу үйлесімділігіне қол жеткізу үшін RPO-OFDM көмегімен VLC беруді көрсету үшін нақты уақыттағы сынақ стендінде сәтті қолданылды. Қатесіз BER өнімділігі кодталмаған BPSK және 4-QAM көмегімен қол жеткізіледі және таңбаны туралаусыз. Бірдей баптау параметрлерін пайдалана отырып, күңгірттеу деңгейлерінің кең ауқымында 8-QAM және 16-QAM модуляциялары үшін 10-3 ретті BER өнімділігіне қол жеткізіледі.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 M. Kavehrad, "Sustainable energy-efficient wireless applications using light," IEEE Commun. Magazine, vol. 48, no. 12, pp. 66–73, Dec. 2010.
- 2 H. Elgala, R. Mesleh, and H. Haas, "Indoor broadcasting via white LEDs and OFDM," IEEE Trans. Consumer Electron., vol. 55, no. 3, pp. 1127–1134 (2009).
- 3 S. D. Dissanayake, and J. Armstrong, "Comparison of ACO-OFDM, DCO-OFDM and ADO-OFDM in IM/DD systems," Lightwave Tech. J., vol. 31, no. 7, pp. 1063–1072, Apr. 2013.
- 4 J. Armstrong and B. J. Schmidt, "Comparison of asymmetrically clipped optical OFDM and DC-biased optical OFDM in AWGN," IEEE Commun. Lett., vol. 12, no. 5, 343–345 (2008).
- 5 S. C. J. Lee, S. Randel, F. Breyer, and A. M. J. Koonen, "PAM-DMT for intensity-modulated and direct-detection optical communication systems," IEEE Photonics Tech. Lett., vol. 21, no. 23, pp. 1749–1751, Dec. 2009.

УДК 004.8

Арғынбеков Д.Т. (24-МИС-2т, ВКТУ), Жомартқызы Г. (PhD, ВКТУ)

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ
ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ РЕТИНОПАТИИ**

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются современные методы интеллектуального анализа данных, применяемые для диагностики и прогнозирования диабетической ретинопатии (ДР). Так же проводится сравнительный анализ различных методов, включая глубокие сверточные нейронные сети (DCNNs), многошкальное обучение (MIL) и ансамблевые методы, с целью определения наиболее эффективного подхода к диагностике. В статье рассмотрены области применения этих методов, их преимущества и ограничения, а также вычислительные требования. Заключительные выводы подчеркивают значимость методов диагностики и необходимость дальнейшего развития технологий для повышения точности и скорости обнаружения ДР.*

***Ключевые слова:** диабетическая ретинопатия, интеллектуальный анализ данных, нейронные сети, ансамблевые модели, медицинская диагностика.*

Введение. Современные технологии стремительно развиваются, и искусственный интеллект находит все большее применение в медицинской сфере. Одним из важнейших направлений является интеллектуальный анализ данных, позволяющий автоматизировать диагностику, прогнозирование и поддержку принятия решений в медицинской практике. Применение таких технологий особенно актуально для раннего выявления заболеваний, требующих оперативного вмешательства, например, диабетической ретинопатии (ДР).

Диабетическая ретинопатия (ДР) представляет собой одно из наиболее серьезных осложнений сахарного диабета, способное привести к полной потере зрения при отсутствии своевременной диагностики и лечения. Согласно данным Mayo Clinic, к основным симптомам ДР относятся ухудшение зрения, искажение цветовосприятия и появление пятен в поле зрения. Развитие заболевания связано с повреждением микрососудов сетчатки, что приводит к образованию микроаневризм, геморрагий и отека макулы[3].

Традиционные методы диагностики ДР основаны на офтальмоскопии и анализе изображений глазного дна. Однако высокая стоимость обследования, нехватка квалифицированных специалистов и ограниченный доступ к медицинским услугам в развивающихся странах создают значительные препятствия для своевременного выявления заболевания. В связи с этим актуальным направлением становится применение методов машинного обучения для автоматической диагностики ДР, что позволяет значительно ускорить процесс обнаружения патологии и повысить доступность медицинской помощи.

Описание используемых моделей и методов. Современные подходы к автоматическому выявлению ДР основаны на различных методах машинного

обучения. Одним из первых значимых исследований было Jelinek H.J., Cree M.J., Worsley D., Luckie A., and Nixon P., где предложена система автоматического обнаружения ДР на основе анализа красных поражений сетчатки. Использовались методы обработки изображений, но такие подходы имели ограниченную точность и не соответствовали требованиям офтальмологов[5].

Позже Abramoff M.D., Antal B., Hajdu A. усовершенствовали модель Jelinek et al., но все еще полагались на первичные признаки заболевания, такие как микроаневризмы и кровоизлияния. Эти методы показали недостаточную чувствительность и специфичность, что ограничивало их применение в реальной практике.

Улучшенные методы обработки изображений применяются для анализа снимков глазного дна и выделения ключевых признаков заболевания. Они включают фильтрацию шума, которая позволяет удалить артефакты и улучшить качество изображения. Также используются методы выделения краев, такие как алгоритмы Canny и Sobel, предназначенные для обнаружения границ патологий. Сегментация играет важную роль в разделении изображения на различные области, включая диск зрительного нерва, макулу и кровоизлияния[1].

Исследования показали, что качество изображений существенно влияет на точность диагностики. Размытые или низкоконтрастные снимки приводят к увеличению числа ложноположительных (FP) и ложноотрицательных (FN) прогнозов. Чтобы повысить точность диагностики, Antal B., Hajdu A. предложили ансамблевый метод.

Ансамблевые методы комбинируют несколько алгоритмов машинного обучения для повышения точности предсказаний. Они включают анализ качества изображения, который позволяет исключить нечеткие снимки. Важную роль играет анализ специфических компонентов, таких как кровоизлияния и микроаневризмы. Методы мультишкальной АМ/ФМ обработки используются для выделения признаков диабетической ретинопатии. Кроме того, применяются технологии обнаружения анатомических структур, включая макулу и диск зрительного нерва.

Для выбора лучших классификаторов использовался метод обратного отбора ансамбля, при котором модели исключались только в случае увеличения точности после их удаления. Итоговая система достигла точности 90%, чувствительности 90% и специфичности 91%, что является одним из лучших результатов среди традиционных методов[2].

Следующим важным этапом в автоматической диагностике ДР стало применение глубоких сверточных нейронных сетей (DCNNs). Глубокие сверточные нейронные сети (DCNNs, Deep Convolutional Neural Networks) - это разновидность нейросетей, предназначенная для обработки изображений и других многомерных данных. Основная идея DCNNs заключается в использовании сверточных слоев для автоматического извлечения признаков из входных данных, что делает их особенно эффективными в задачах компьютерного зрения, таких как классификация, детекция объектов и

сегментация изображений. В отличие от классических нейросетей, работающих с векторными входами, DCNNs способны извлекать пространственные и иерархические признаки из изображений, что делает их особенно эффективными при обработке снимков глазного дна. Gargeya R. and Leng T. разработали модель DCNNs с предварительной обработкой изображений, что позволило улучшить выделение признаков. Для оценки точности использовались: чувствительность и специфичность (93% и 87% соответственно на MESSIDOR-1); площадь под кривой ROC (AUROC) – 0.94; визуализация тепловых карт (heatmap) для объяснения решений модели. Результаты оказались сопоставимыми с предыдущими методами, но зависели от качества тренировочного набора данных. Например, при тестировании на MESSIDOR-2 точность снизилась из-за того, что модель изначально обучалась на EyePACS[4].

Одним из новых методов диагностики является Multiple Instance Learning (MIL), который улучшает обработку изображений, анализируя данные в нескольких масштабах.

MIL (Multiple Instance Learning) - это метод машинного обучения, в котором метки присваиваются не отдельным объектам, а наборам объектов (багам). В таком подходе считается, что если хотя бы один экземпляр в баге положительный, то весь баг также получает положительную метку, а если все экземпляры отрицательные, то баг считается отрицательным. Например, в задаче диагностики диабетической ретинопатии каждое изображение глаза может рассматриваться как баг, состоящий из множества участков (экземпляров). Если хотя бы один участок содержит признаки заболевания, всё изображение классифицируется как поражённое. Различные алгоритмы MIL, такие как mi-SVM, MIL-Boosting и Attention-based MIL, решают задачу поиска наиболее значимых экземпляров внутри багов.

Этот метод применяется в задачах диагностики диабетической ретинопатии для более точного выявления патологий. В методе, предложенном Zhou L., Zhao Y., Yang J., Yu Q., Xu X., обучение разделено на два этапа. На первом этапе, одношкальном обучении, производится поиск очагов заболевания на изображениях с одним фиксированным разрешением. Второй этап, многошкальное обучение, предполагает анализ изображений в разных масштабах для повышения точности. Предварительная обработка данных включала нормализацию и выравнивание яркости, обрезку изображений для устранения ненужных границ, а также применение фильтра Гаусса для улучшения контраста. Для классификации использовалась нейросеть AlexNet, модифицированная путем замены финального полносвязного слоя и настройки весов с помощью гауссовского распределения с параметром $\sigma = 0.01$. Достигнутые результаты показали высокую эффективность: F1-score составил 92.4%, чувствительность – 99.5%, точность – 86.3%, а AUROC – 0.925, что превзошло показатели большинства предшествующих моделей[7].

Другие исследования, такие как работа Sengupta S., Singh A., Zelek J., Lakshminarayanan V., предложили архитектуры глубоких нейронных сетей с

применением методов предобработки изображений, включая гистограмму выравнивания (CLAHE) и трансформацию Хафа. Inception v3 - это глубокая сверточная нейросеть, разработанная для эффективной классификации изображений. Она основана на концепции инцепшн-модулей, которые позволяют одновременно применять свертки разных размеров, обрабатывая информацию на нескольких масштабах. В традиционных сверточных сетях фильтры фиксированного размера используются последовательно, но в Inception v3 несколько сверток с разными размерами фильтров выполняются параллельно, что позволяет модели анализировать как мелкие детали, так и более глобальные структуры. Модель состоит из множества сверточных слоев, объединений и нормализаций, а в конце применяется глобальный усредненный пулинг перед полносвязным слоем и softmax-классификацией. Благодаря этим улучшениям Inception v3 достигает высокой точности на сложных задачах, таких как классификация изображений в ImageNet, и активно используется в медицинской диагностике, анализе изображений и автономных системах.

Их модель на основе Inception v3 показала точность 90.4%, что превысило результаты предыдущих исследований. Ансамблевые модели, предложенные Sengupta et al., позволяют объединять преимущества различных методов, но их обучение и настройка могут быть сложными и ресурсоемкими. Комбинированные методы, включающие предобработку изображений и многомасштабный анализ, требуют значительного объема оперативной памяти и мощных вычислительных систем[6].

Таблица 1 - Сравнительный анализ методов

Метод	Описание метода	Преимущества	Ограничения
Классическая обработка изображений	Выявление патологий через выделение признаков (анализ цвета, текстуры, контраста)	Высокая интерпретируемость, низкие вычислительные затраты	Низкая точность, чувствительность к качеству изображения
DCNNs	Глубокие сверточные сети, автоматически извлекающие признаки	Высокая точность, возможность автоматического обучения	Требует больших данных и мощных GPU
Ансамблевые модели	Комбинирование нескольких классификаторов	Повышает надежность, снижает вероятность ошибки	Сложная настройка, требует балансировки
MIL	Анализ изображений в нескольких масштабах	Повышает чувствительность, минимизирует потери информации	Высокая сложность реализации

Заключение. Проведенные исследования показывают, что с развитием методов машинного обучения точность автоматической диагностики диабетической ретинопатии значительно увеличивается. Наибольшие успехи достигнуты при применении глубоких нейросетей и многомасштабного

обучения, которые обеспечивают высокую чувствительность и точность диагностики.

Однако остаются три основные проблемы: интерпретация моделей, высокие вычислительные затраты и увеличение числа ложноположительных (FP) и ложноотрицательных (FN) прогнозов. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка гибридных методов, объединяющих CNN, MIL и трансформеры, что позволит повысить эффективность моделей, а также использование синтетических данных для улучшения качества обучения и повышения устойчивости моделей.

Применение машинного обучения в диагностике ДР открывает новые возможности для автоматизации медицинских обследований. Глубокие нейросетевые модели, такие как DCNNs, продемонстрировали высокую точность анализа изображений глазного дна, однако их применение требует значительных вычислительных ресурсов. Ансамблевые методы позволяют повысить надежность диагностики за счет объединения различных подходов, но требуют сложной настройки и тщательной предобработки данных.

Дальнейшие исследования в этой области могут способствовать развитию более эффективных и интерпретируемых моделей искусственного интеллекта, которые позволят врачам лучше понимать процесс диагностики. Таким образом, интеллектуальный анализ данных становится неотъемлемой частью цифровой медицины, способствуя повышению точности диагностики и доступности медицинских услуг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abràmoff M.D. Automated Early Detection of Diabetic Retinopathy. *Ophthalmology*, vol. 117, no. 6. pp. 1147–1154, 2010, DOI: 10.1016/j.ophtha.2010.03.046.
2. Antal B., Hajdu A. An ensemble-based system for microaneurysm detection and diabetic retinopathy grading. *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 59, no. 6, pp. 1720–1726, Jun. 2012.
3. Diabetic retinopathy,(21.02.2023), Электронный ресурс: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/diabetic-retinopathy/symptoms-causes/syc-20371611> [7.03.2025]
4. Gargeya R. and Leng T. Automated Identification of Diabetic Retinopathy Using Deep Learning. *Ophthalmology*, vol. 124, no. 7, pp. 962–969, Jul. 2017.
5. Jelinek H.J., Cree M.J., Worsley D., Luckie A., and Nixon P. An automated microaneurysm detector as a tool for identification of diabetic retinopathy in rural optometric practice. *Clin. Exp. Optom.*, vol. 89, no. 5, pp. 299–305, Sep. 2006.
6. Sengupta S., Singh A., Zelek J., Lakshminarayanan V. Cross-domain diabetic retinopathy detection using deep learning. *Applications of Machine Learning*. 2019, DOI: 10.1117/12.2529450.
7. Zhou L., Zhao Y., Yang J., Yu Q., Xu X. Deep multiple instance learning for automatic detection of diabetic retinopathy in retinal images. *IET Image Processing*, vol. 12, no. 4. pp. 563–571, 2018, DOI:10.1049/iet-ipr.2017.0636.

УДК 681.3

Байшуақ Д.Б. (докторант, ВКТУ), Алонцева Д.Л. (д.ф.-м. н., ВКТУ)

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОТСЛЕЖИВАНИЯ ПУТИ КОЛЕСНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

***Аннотация.** В настоящее время актуальны две основные проблемы в технологии разработки колесных мобильных роботов — это планирование и отслеживание их пути. Первая задача заключается в оценке и определении свободного от препятствий пути, по которому мобильный робот может перемещаться в своей среде, а вторая — в разработке алгоритма управления для точного отслеживания роботом эталонного пути. Постоянная интеграция колесных мобильных роботов в задачи, которые требуют их работы в человеческой среде, характеризующейся неопределенностью, делает обзор существующих подходов к решению данных задач крайне актуальным. Данная работа представляет обзор алгоритмов планирования и управления отслеживанием пути для колесных мобильных роботов, применявшихся за последнее десятилетие.*

***Ключевые слова:** колесные мобильные роботы, планирование пути, отслеживание пути, алгоритмы.*

Колесные мобильные роботы (КМР) в последнее время становятся более универсальными в применении к различным задачам. Области их применения варьируются от промышленности до больниц, школ, офисов и других сфер [1, с.5]. Эти среды часто не проектируются специально для включения КМР. Однако с развитием компьютерных и сенсорных технологий, индустрия КМР продолжает развиваться и получает широкое внимание в исследованиях. КМР — это робот, который автономно перемещается от заданных начальных координат к целевым координатам в заранее определённой среде, при этом выполняя конкретную задачу [2, с.1013]. Заранее определённая среда может быть статичной или динамичной, а препятствия в этой среде могут быть статичными, динамичными или комбинацией обоих типов [3, с.416]. Разработка КМР требует решения задач планирования пути и отслеживания пути. Решение этих задач развивает интеллект робота, способного устанавливать связь между восприятием и действиями [4, с.16]. Алгоритмы планирования пути оценивают и определяют путь, свободный от препятствий, по которому мобильный робот может перемещаться в своей среде [5, с.7140], а задача отслеживания пути заключается в разработке контроллера для того, чтобы робот точно следовал эталонному пути [6, с.8]. В литературе алгоритмы планирования пути подразделяются на глобальные и локальные [7, с.3]. Глобальные алгоритмы планирования пути, такие как алгоритм Дэйкстера, применяются исключительно в статичных средах с статичными препятствиями, когда у робота есть полное знание о среде. Путь для перемещения генерируется заранее, до того, как робот начнёт перемещение в среде.

Локальные алгоритмы планирования пути, такие как нейронные сети [8, с.372], алгоритм имитации отжига [9, с.1180], алгоритм нахождения ближайшего кратчайшего пути для мобильного робота [10, с.5], позволяют роботу генерировать новый путь в реальном времени на основе информации с бортовых сенсоров [11, с.136]. Это позволяет роботу безопасно перемещаться в плотных и загруженных средах [4, с.7].

Контроллеры планирования пути, такие как гибридный алгоритм обратного отслеживания и адаптивный интегральный скользящий режим, контроллер пропорционально-интегрально-дифференциальный (PID) с алгоритмами продвинутой настройки [2, с.1013], были применены в разработке соответствующих контроллеров отслеживания пути в литературе. Однако эффективный дизайн этих контроллеров требует учета кинематической модели КМР и динамической модели [8, с.373].

Кинематическая модель КМР определяет ограничения между позициями, скоростями и ускорениями тела робота, колес и рулевых связей для определения линейной и угловой скорости КМР [1, с.3]. Кинематическая модель имеет прямое и обратное соотношение. Зная угловую скорость каждого колеса КМР, прямая кинематика позволяет определить его положение и ориентацию, в то время как обратная кинематика работает наоборот.

Динамическая модель КМР предсказывает его движение. Прямая динамическая модель описывает реакцию КМР на заданную силу или момент, применяемые моторами, а обратная динамическая модель определяет силы или моменты, которые должны быть использованы моторами для достижения заранее заданной траектории КМР [1, с.4]. Таким образом, данная работа представляет обзор алгоритмов планирования пути и алгоритмов управления отслеживанием пути для КМР, применявшихся за последнее десятилетие. В связи с этим рассматриваются следующие аспекты КМР: алгоритмы планирования пути, проектирование контроллеров отслеживания пути, кинематическое моделирование, динамическое моделирование, адаптивное управление по модели, скользящий режим управления, нечеткое и нейронное управление, управление на основе зрения и другие. Остальная часть работы организована следующим образом: обзор литературы по алгоритмам планирования пути, формулировка кинематической и динамической модели КМР, обзор литературы по алгоритмам контроллеров пути и, наконец, заключение этого обзорного документа.

Алгоритмы планирования пути. В последние десять лет исследователи подходили к задаче планирования пути, моделируя окружающую среду КМР и применяя различные методы для нахождения решения. Мен и другие соавторы в своей работе [2, с.1012] представляют систему на основе зрения для планирования пути КМР в рабочей среде. Камера, установленная сверху, захватывает изображение рабочей среды, включая начальные и конечные координаты, а также расположение препятствий в одном кадре. Гомографическая функция в OpenCV(Open

Computer Vision) используется для обработки изображения, после чего характеристики и местоположение препятствий оцениваются на основе гомографического изображения. Алгоритм искусственного интеллекта Rapidly Exploring Random Tree (RRT) находит оптимальный путь. Хотя предложенный подход применим, необходимо, чтобы вся среда была захвачена в одном кадре камеры.

Жан и соавторы [5,с.7139] разработали планирование пути для нескольких совместно работающих КМР с использованием подхода на основе зрения. Для захвата изображений используется камера Kinect, а для обработки изображений — OpenCV, а также бортовые сенсоры для обнаружения препятствий. Патл и другие соавторы [1,с.137] представляют схожую работу с использованием малого сенсора для изображения под названием Single-Photon Avalanche Diode (SPAD) LIDAR. Аллагуй и другие [9,с.1181] решают проблему сложности времени с помощью эволюционного алгоритма (EA) для планирования пути КМР в динамичной среде, используя иерархический EA. Более крупная иерархия EA отвечает за оптимизацию глобального пути, а более мелкая иерархия EA определяет реальное перемещение мобильного робота по глобальному пути. Моделирование предложенного алгоритма было выполнено с использованием симулятора, разработанного на платформе JAVA. Результаты демонстрируют способность КМР решать сложные карты, избегать статичных и динамичных препятствий, а также успешно достигать целевых координат. Аммар и соавторы в своей статье [8,с.371] представляют алгоритм планирования пути с использованием статической и динамичной иерархии, чтобы использовать глобальную статическую карту и локальную информацию с бортовых сенсоров. В статической иерархии глобальный оптимальный путь планируется с помощью генетических алгоритмов (GA) и алгоритма Дейкстера (DA) через статичные препятствия. Локальный алгоритм планирования пути с использованием DA генерирует новый путь, когда динамическое препятствие неожиданно пересекает эталонный путь, определённый статической иерархией планирования пути. Компьютерное моделирование в программном обеспечении Matlab R2010a показало, что робот достигает целевой точки за меньшее время выполнения, следуя оптимальным путём без столкновений с препятствиями в динамичной сложной среде. Мартинс и др. [3,с.417] применяют генетический алгоритм для планирования пути робота в динамичной среде. Ли и соавторы [10,с.7] описывают применение искусственного потенциального поля для генерации оптимального пути и избегания препятствий в рабочей среде. Компьютерное моделирование в Matlab-Simulink демонстрирует эффективность этого подхода для генерации пути, свободного от препятствий, для двухколёсного дифференциального привода КМР. Цинь [5,с.7140] представляет улучшенный алгоритм Дейкстера для планирования пути КМР в динамичной среде на основе оптимизации кратчайшего пути и времени пути. Улучшенный алгоритм DA сохраняет все кратчайшие пути с одинаковым расстоянием от начальной и целевой точки во время поиска пути. Затем,

учитывая количество поворотов, алгоритм находит оптимальный путь. Это улучшение по сравнению с традиционным алгоритмом DA. Модель симуляции была разработана с использованием Visual C++ 2018, и результаты показывают, что этот алгоритм находит кратчайший путь среди путей с одинаковым расстоянием, учитывая количество поворотов. Чжан и Ли [10, с.4] разработали быстрый алгоритм планирования пути для мобильного робота в динамичной среде, сочетающий алгоритмы Дейкстера и A^* , а также принцип «катящегося окна». Начальный глобальный путь ищется с использованием алгоритма Дейкстера. Если существует вероятность столкновения с входящим динамическим препятствием на этом референсном пути, активируется принцип катящегося окна. Этот принцип определяет локальное оптимальное целевое состояние в пределах зоны обнаружения сенсоров робота. Затем активируется алгоритм A^* для поиска нового оптимального пути к целевой точке от этого целевого состояния (текущего местоположения робота). Для исследования эффективности алгоритма и сравнения его производительности с алгоритмами оптимизации муравьиной колонии (ACO), A^* и D^* используется симуляция. Результаты показывают, что алгоритм применим не только к динамическим препятствиям, но и обладает наименьшим временем повторного маршрутизации — около 99,7% по сравнению с другими рассмотренными алгоритмами. В статье [12] описывается симулятор для контроля отслеживания траектории колесного робота, управляемого контроллером, который позволяет задавать траекторию движения и контролировать ее прохождение за счет симуляции данных микро электронно-механических (MEMS) датчиков инерции.

Заключение. Выполненный в данной статье обзор и анализ литературы подчеркивают необходимость наличия компетенций в области планирования пути и отслеживания пути для дифференциально-приводных мобильных роботов (WMR) для их устойчивой интеграции в задачи, требующие работы в человеческой среде, характеризующейся неопределенностью. Важно, что ранее примененные исследователями многочисленные алгоритмы планирования и отслеживания пути в основном ориентированы на статическое окружение с фиксированными препятствиями. Кроме того, оценка эффективности этих алгоритмов в основном основывается на компьютерных симуляциях, хотя некоторые исследователи также рассматривают их применимость в реальных роботизированных миниатюрных приложениях. Это создает разрыв между доступными методологиями и их практическим применением в реальных условиях, который мотивирует наше новое исследование, посвященное применению алгоритма Q-обучения для планирования пути и PID-контроллера для отслеживания пути с использованием передовых алгоритмов оптимизации при разработке системы распределения нагрузок с дифференциальным приводом WMR в офисной среде с статическими и динамическими препятствиями.

***Благодарность.** Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP19679327)*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Shijin C., Udayakumar K. Speed Control of Wheeled Mobile Robots using PID with Dynamic and Kinematic Modelling // International Conference on Innovations in information Embedded and Communication Systems (ICIIECS). – 2017.–P. 1-7.
2. Meng J., Liu A., Yang Y., Wu Z., Xu Q. Two-wheeled robot platform based on PID control // 5th International Conference on Information Science and Control Engineering. – 2018. – P. 1011-1014.
3. Martins O. O., Adekunle A. A., Adejuyigbe S. B., Arowolo M. O., Adeyemi H. O. Prototype Line Following Automatic Guided Vehicle (AGV) For Unit Load Dispatch in an Office Environment // FUDMA Journal of Sciences (FJS). – № 3. – 2019. –Vol. 3 No. 3. – P. 415 – 423.
4. Tzafestas S. Mobile Robot Control and Navigation: A Global Overview // Journal of Intelligent & Robotic Systems. – № 8. – 2018. – P. 3-24.
5. Zhang Z., Qing G., Yue X. Path-planning of Automated Guided Vehicle based on Improved Dijkstra Algorithm // 29th Chinese Control and Decision Conference (CCDC). – 2017. – P. 7138- 7143.
6. Nikranjbar A., Haidari M., Atai A. A. Adaptive Sliding Mode Tracking Control of Mobile Robot in Dynamic Environment Using Artificial Potential Fields // Journal of Computer & Robotics. – № 12. - 2018. – P. 3-7.
7. Nguyen H. T., Xuan, H. L. Path planning and Obstacle avoidance approaches for Mobile robot // International Journal of Computer Science Issues. – № 7.– 2016. – P.3-4.
8. Ammar H., Azar A. Robust Path Tracking of Mobile Robot Using Fractional Order PID Controller. N.Y.: In A. E. (Eds.), – 2019. – 370–381 p.
9. Allagui N., Ben Halima Abid D., Derbel N. Fuzzy PI controller for mobile robot navigation and tracking // 15th International Multi-Conference on Systems, Signals & Devices (SSD). – 2018. – P. 1178-1183.
10. Lee C.T., Su B.R., Chang C.H. Applications of Taguchi method to PID control for path tracking of a wheeled mobile robot // Proceedings of IEEE International Conference on Applied System Innovation. – 2018. – P. 3-18.
11. Patle B. K., Dayal P., Jagadeesh A., Sahu A. Real Time Navigation Approach for Mobile Robot // Journal of Computers. -№ 6.– 2017. – P.135-142.
12. Krasavin A., Alontseva D., Nazenova G. Software Simulation of a Microcontroller-Based Wheeled Mobile Robot // 19th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas (AIS 2024).- 2024. - P. 37-41.

УДК 004.94

Бородин М.И. (10 «А» класс, КГУ «Средняя школа №39 имени Ыбырая Алтынсарина»), Дмитриева М.Г. (учитель информатики, КГУ «Средняя школа №39 имени Ыбырая Алтынсарина»), Брим Т.Ф. (к.т.н., ВКТУ)

СОЗДАНИЕ И АДМИНИСТРИРОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ПОРТАЛА, РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОНТЕНТА ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

***Аннотация.** В работе рассмотрены возможности использования разнообразных приемов разработки обучающего контента на основе современных систем дистанционного обучения. Актуальность выбранной темы обусловлена высоким интересом к дистанционным формам обучения в школьной программе. Целью проекта является разработка и администрирование дистанционного портала для создания дистанционного курса по программированию. Результатом формирующего этапа проекта стала самостоятельная разработка и публикация образовательного портала на платформе Moodle и создание дистанционного курса «Python для начинающих».*

***Ключевые слова:** образовательный контент, дистанционный курс, программирование, Python.*

Актуальность выбранной темы обусловлена высоким интересом к дистанционным формам обучения в школьной программе. Многочисленные онлайн ресурсы, которые в настоящее время используются в школе, конечно, делают процесс обучения более интересным и разнообразным, но, в целом, подобные онлайн сервисы достаточно примитивны и не могут обеспечить системного подхода.

В ходе исследования была выдвинута гипотеза, что знание разнообразных приемов разработки обучающего контента на основе современных систем дистанционного обучения позволит создать дистанционный курс для изучения программирования

Тематика курса «Python для начинающих» была выбрана не случайно, так как программирование является одним из наиболее сложных направлений информатики, и поэтому дистанционный формат обучения является отличным дополнением к традиционному формату.

В начале работы было проведено изучение современных систем дистанционного обучения. Как правило, при выборе СДО обращают внимание на особенности онлайн-платформы, тарифные планы, способы разработки контента и управление пользователями.

Рассмотрев несколько вариантов СДО, было принято решение остановиться на бесплатной платформе Moodle, которая отлично подходит для организации обучения в школах, ВУЗах и для корпоративного обучения.

Регистрация доменного имени и хостинга образовательного портала осуществлена в консоли ps.kz. Для регистрации был выбран домен <https://classinform.kz>.

Разработка дистанционного курса – это комплекс мероприятий, который требует систематизации и детального планирования.

При разработке образовательного контента в первую очередь упор был сделан на стимулирующее обучение. Так, в ходе изучения нового материала учащимся необходимо постоянно отвечать на вопросы и выполнять задания, чтобы перейти к новому разделу или этапу. Для повышения мотивации обучения используется простое лаконичное изложение материала, современная цветовая схема, эффектное оформление заданий, комментарии к выполненным заданиям, самостоятельное отслеживание рейтинга прохождения заданий курса и многое другое.

В проекте использованы разнообразные образовательные ресурсы: книга, лекция, тест, опрос, медиа и др.

Модуль «Книга» был использован для представления теоретического материала по теме «Почему Python?».

В данном ресурсе удобно представлены разделы: история создания Python и логотипа, рейтинг среди языков программирования и области применения Python.

Книга имеет удобное внутреннее оглавление. Также имеется возможность распечатки всей книги или по главам. Образцы модуля «Книга» представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Образцы модуля «Книга»

Элемент курса «Лекция» позволяет создавать контент в интересной и гибкой форме. Можно использовать линейную схему лекции, состоящую из ряда обучающих страниц или создать сложную схему, которая содержит различные пути продвижения для учащегося. Для увеличения активного взаимодействия учителя с учениками могут использоваться разного типа вопросы, такие как «Множественный выбор», «На соответствие» и «Короткий ответ». В зависимости от выбранного учеником ответа он может перейти на другую страницу, возвратиться на предыдущую страницу или быть перенаправленными совершенно по другому пути.

В настоящее время лекции разработаны по следующим темам курса: линейные алгоритмы, алгоритмы ветвления и циклические алгоритмы, массивы. Образцы лекций представлены на рисунке 2.

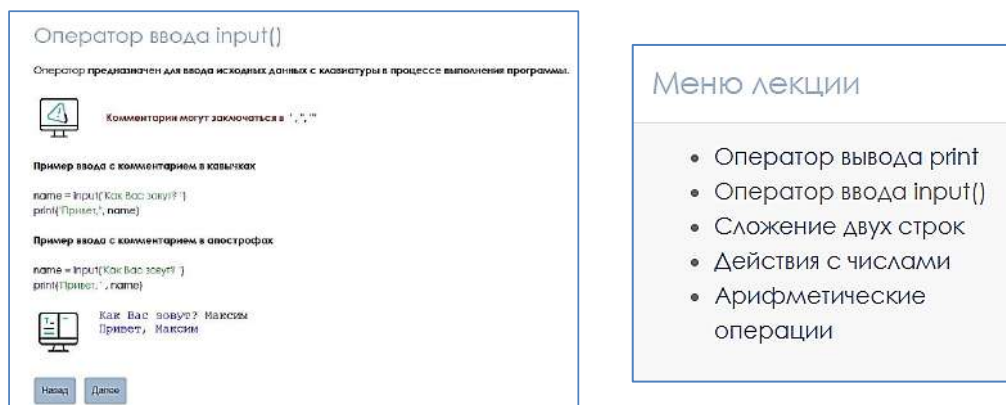


Рисунок 2 – Образцы лекции и меню лекции

В ходе разработки были опробованы простые и сложные схемы построения лекций с различными типами заданий и переходами по страницам. Как и модуль «Книга», лекции имеют удобное внутренне меню.

Также модуль «Лекция» был использован для категорий «Решаем вместе». В этих категориях представлены примеры со свернутыми ответами, которые при желании можно открыть. Ответы содержат код и результат выполнения программы. Образцы представлены на рисунке 3.

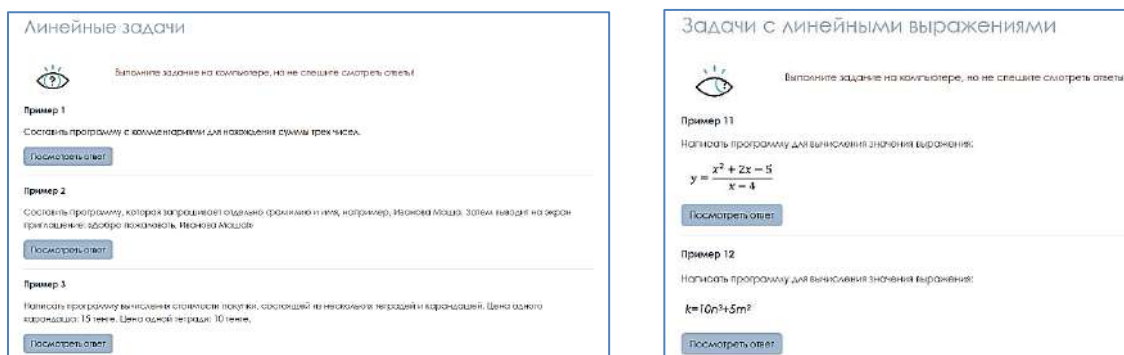


Рисунок 3 – Образцы оформления заданий из категории «Решаем вместе»

Элемент курса «Тест» позволяет создавать тесты, состоящие из вопросов разных типов: Множественный выбор, Верно/неверно, На соответствие, Короткий ответ, Числовой, Перетаскивание в текст, Перетаскивание на изображение. Можно создать тест с несколькими попытками, с перемешивающимися вопросами или случайными вопросами, выбирающимися из банка вопросов. Тесты были разработаны для всех тем. Образец вопросов представлен на рисунке 4.

Рисунок 4 – Образец тестового задания

Модуль «Опрос» позволяет учителю задать один-единственный вопрос и предложить несколько возможных ответов. Опросы могут быть использованы в качестве быстрого голосования, для быстрой проверки понимания, для содействия ученику в принятии решений.

В проекте модуль «Опрос» использован в начале курса, как мотиватор к изучению программирования.

На выбор предлагается несколько вариантов ответов на вопрос: «Почему именно для вас важно изучение программирования?».

Также опрос был использован для мониторинга наиболее удачных ресурсов курса после прохождения первой темы.

Модуль «Опрос» представлен на рисунке 5.

Рисунок 5 – Модуль «Опрос»

Ресурс «Текст и медиа» позволяет на странице курса вставлять текст и мультимедиа между ссылками на другие ресурсы и элементы курса. Это позволяет сделать курс визуально привлекательным и более структурированным.

Для оформления курса были использованы анимированные картинки. Отбор материала и наполнение курса контентом осуществляется в соответствии с учебной программой по программированию в 6-11 классах. Для разработки курса использовались учебные материалы руководителя проекта и материалы различных веб-ресурсов [1-4].

Также большое внимание уделялось стилю изложения материала с учетом возрастных особенностей учащихся. Громоздкие сложные определения и тексты заданий были перефразированы в более простой форме.

В настоящее время образовательный портал <https://classinform.kz/> и дистанционный курс «Python для начинающих» опубликованы в сети Интернет и успешно используется в учебном процессе.

Дистанционный курс «Python для начинающих» прошел апробацию на уроках информатики в КГУ «Средняя школа №39 имени Ыбырая Алтынсарина» отдела образования по городу Усть-Каменогорску управления образования Восточно-Казахстанской области в 2023-2024 учебном году и сейчас активно используется в учебном процессе.

Опрос, проведенный среди учащихся 8-х классов, показал, что использование дистанционных методов обучения, используемых на курсе «Python для начинающих», делает процесс обучения более интересным, позволяет в любое время изучать новый или повторять пройденный материал, готовить домашнее задание, решать задачи с опережением.

Следует отметить, что дистанционный курс «Python для начинающих» открыт в гостевом режиме и может использоваться учащимися разных возрастных групп и учителями других школ как дополнительный материал при изучении программирования.

Заключение

По результатам исследовательской работы можно сделать вывод, что разнообразные приемы разработки обучающего контента на основе современных систем дистанционного обучения позволили создать дистанционный курс для изучения программирования.

Во время работы над проектом была проделана большая работа по изучению систем дистанционного обучения, созданию и администрированию образовательного портала, а также разработке дистанционного курса по программированию.

Особое внимание было уделено разработке качественного и интересного образовательного контента, который согласно проведенному опросу не только значительно повышает уровень понимания и усвоения материала, но и в целом повышает интерес к изучению программирования.

Также результаты проекта имеют высокую практическую значимость. Образовательный портал и дистанционный курс «Python для начинающих» внедрены в учебный процесс, постоянно совершенствуется и полноценно используются в работе учителя при изучении программирования.

СПИСОК ВЕБ-РЕСУРСОВ:

1. <https://hr-elearning.ru/top-besplatnykh-sistem-distancionnogo-obucheniya-personala/>
2. <https://www.ispring.ru/elearning-insights/platforma-onlain-obucheniya>
3. <https://all-python.ru/sreda-razrabotki/vscode.html>
4. https://moodle.org/plugins/theme_academi

УДК 004.42

Вайс К.Ю. (22-ВТ-1, ВКТУ), Вайс Ю.А. (к.т.н., ВКТУ)

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ СДАЧИ НОРМАТИВОВ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ

***Аннотация.** В публикации рассмотрен процесс разработки мобильного приложения для оценивания результатов сдачи нормативов обучающимися. Для создания кроссплатформенного приложения использовался фреймворк React Native. Также применялись инструменты управления версиями Git для совместной работы над кодом и методология Agile-разработки для управления процессом разработки. Полученное мобильное приложение протестировано и готово к апробации.*

***Ключевые слова:** Мобильное приложение, технологии разработки, фреймворки, алгоритм оценки, нормативы по физической культуре.*

Оценка и контроль физической подготовленности студентов являются ключевыми аспектами учебного процесса в области физической культуры [1]. Преподавателям этого предмета часто приходится проводить сложные расчеты и анализировать данные, чтобы надежно оценить уровень достижения студентами установленных нормативов и целей [2]. Однако, с ростом числа студентов и увеличением объема информации этот процесс может быть затруднен и требует значительных временных и энергетических затрат [3].

В контексте современных информационных технологий и растущей популярности мобильных устройств представляется перспективным создание мобильного приложения [4], которое поможет преподавателям физической культуры упростить и оптимизировать процесс оценки и мониторинга физической подготовленности своих студентов. Приложение будет предоставлять инструменты для ввода и анализа данных о выполнении студентами физических нормативов, а также возможность генерации отчетов и статистики.

Разработка мобильных приложений может осуществляться с помощью различных технологий и фреймворков. Среди них наиболее популярными являются React Native, Swift (для iOS) и Kotlin (для Android) [5]. Каждая из этих технологий имеет свои особенности, преимущества и недостатки. React Native предоставляет уникальные возможности для кроссплатформенной разработки, позволяя создавать приложения для iOS и Android с использованием единого кода на JavaScript. Это снижает затраты на разработку и ускоряет выпуск продуктов. Однако, в случае необходимости высокой производительности или полного доступа к нативным функциям, может потребоваться использование нативных языков, таких как Swift для iOS или Kotlin для Android.

Структуру приложения представим на рисунке 1. Главное меню содержит большое количество видов нормативов, а также из него можно

зайти в настройки. С помощью меню - “Настройки”, можно настроить параметры нормативов, также внести список групп и студентов.

После выбора норматива, мы переходим в меню ввода данных норматива. Затем, после ввода данных всех студентов, высвечивается его оценка.



Рисунок 1 - Структура приложения

Данное приложение написано на React Native. Поэтому нам необходим Node.js как среда выполнения JavaScript, построенная на основе движка V8, так как помощью этого инструмента можно сделать большое количества вещей. В качестве среды разработки использована Visual Studio Code, так как она предоставляет бесплатность и открытость исходного кода что делает его доступным для широкого круга разработчиков и возможность разработчиками вносить свой вклад, тем самым улучшая и расширяя функциональность редактора. Также VS Code обладает системой расширений для различных языков программирования, фреймворков и инструментов в том числе для React Native, что позволяет разработчикам настраивать редактор под свои нужды. Встроенная поддержка Git в VS Code облегчит работу с системой контроля версий прямо из редактора. Для запуска виртуальной машины на операционной системе Android и тестирования приложения используется Android Studio.

План реализации разработки мобильного приложения представлен на рисунке 2. В разработку дизайна входит создание макетов пользовательского интерфейса (UI) и макетов экранов приложения, а также разработка дизайна компонентов интерфейса с учетом стилей, цветовой палитры и типографии. Этап развертки приложения содержит создание нового проекта React Native с использованием инструментов, таких как Expo CLI или React Native CLI, настройку среды разработки и интеграция необходимых зависимостей, настройку файловой структуры проекта и подготовку к началу разработки. На этапе роутинг выполняется выбор и настройка библиотеки для навигации и роутинга (например, React Navigation), создание основных маршрутов и навигационных элементов приложения (например, навигационных

заголовков и табов). При разработке компонентов мы создаем базовые компоненты интерфейса, таких как кнопки, текстовые поля, списки и карточки, выполняем рефакторинг и оптимизацию компонентов для повторного использования в различных частях приложения. На этапе создание страниц идет разработка отдельных экранов и страниц приложения на основе макетов дизайна, внедряются ранее созданные компоненты и стили на страницы приложения. Разработка сложных компонентов включает создание сложных и интерактивных компонентов, таких как настройка параметров нормативов, вычисление оценки. Также на данном этапе для реализации функциональности компонентов используются специальные библиотеки и инструменты. Тестирование осуществляется запуском интеграционного тестирования для проверки взаимодействия компонентов и навигации в приложении, также предусматривается тестирование на реальных устройствах и эмуляторах для обнаружения и устранения ошибок и несоответствий.



Рисунок 2 - Реализация разработки мобильного приложения

Разворачиваем приложение с помощью командной строки. Затем на компьютер устанавливается базовый проект со всеми зависимостями. Структура проекта представлена на скрине рисунка Папка `_tests_` содержит тесты для приложения. Папки `android` и `ios` содержат проекты для Android и iOS соответственно. Папка `node_modules` содержит все зависимости Node.js, которые установлены для проекта. Основная папка проекта `src`, она содержит весь исходный код вашего приложения. Компоненты приложения, которые могут быть повторно использованы в разных частях приложения в `components`. Скрины приложения, каждый из которых обычно соответствует отдельному экрану в приложении в `screens`. Папка `navigation` содержит файлы, отвечающие за навигацию в приложении, такую как например использование `React Navigation`. Вспомогательные утилиты, функции и служебные компоненты в `utils`. Главный компонент приложения `App.js`, который инициализирует его и определяет основной макет. Файл `.gitignore` определяет, какие файлы и папки должны быть проигнорированы системой контроля версий `Git`. Главный файл приложения `App.js`, который будет первым загружен при запуске. Файл `package.json` содержит список зависимостей вашего проекта и другие настройки, такие как скрипты для запуска и сборки проекта. Файл `README.md` с документацией по вашему проекту, который обычно содержит описание проекта, инструкции по

установке и использованию. Для использования Yarn вместо npm файл yarn.lock фиксирует версии зависимостей проекта.

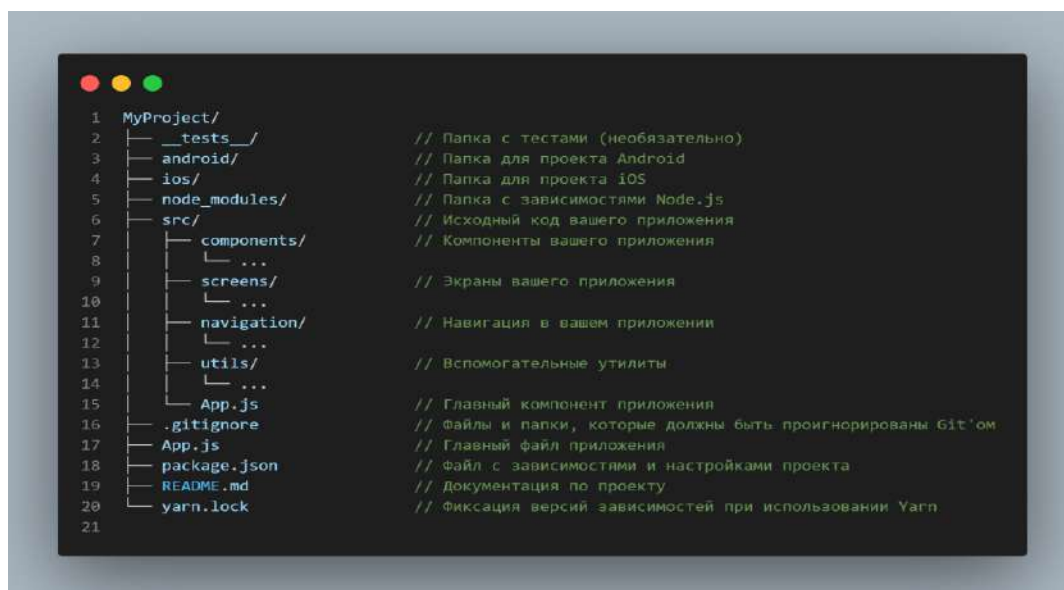


Рисунок 3 - Структура проекта

Для реализации навигации в React Native прежде всего устанавливаем библиотеки навигации React Navigation. Затем инициализируем навигацию, настроив корневой компонент приложения для использования навигации в файле App.js путем оборачивания всех наших экранов в компонент `<NavigationContainer>`. Определяете различные экраны нашего приложения. Каждый экран представляет собой компонент, который отображает содержимое конкретной части приложения. Настраиваем навигацию между экранами для этого используем компоненты навигации StackNavigator, TabNavigator, DrawerNavigator. После настройки навигации можно использовать функции навигации, предоставляемые компонентами навигации, для перехода между экранами путем вызова функций `navigate()`, `goBack()` или других функций навигации из контекста экрана. Следующим этапом выполняется конфигурация параметров экранов.

Приложение разбито на маленькие и переиспользуемые компоненты, используются функциональные компоненты вместо классовых. В React Native используются стили, похожие на CSS, но оформленные как объекты JavaScript. Создаются компоненты, отвечающие за отображение пользовательского интерфейса (UI), такие как кнопки, текстовые поля и изображения. Помимо UI компонентов, также создаются контейнерные компоненты, которые управляют логикой и состоянием приложения. При разработке используются встроенные компоненты React Native, такие как View, Text, Image и ScrollView, чтобы создать интерфейс приложения.

В приложении используются сложные компоненты, такие как вычисление оценки. Один из алгоритмов вычисления оценки представлен на рисунке 4.

Отладку и тестирование мобильного приложения выполняем в Android Studio.

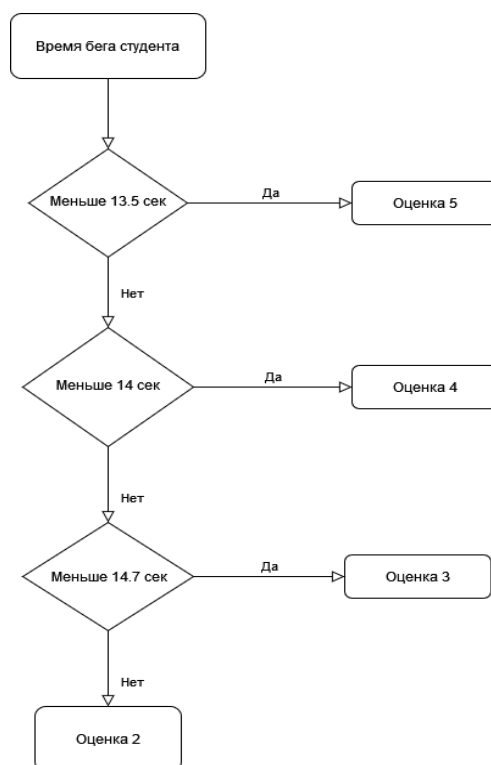


Рисунок 4 – Пример алгоритма расчета оценки на норматив «Бег на 100м (юноши)»

Разработанное приложение протестировано на данных. В дальнейшем планируется апробация на реальных данных преподавателями Центра здоровья и спорта ВКТУ. В будущем можно рассмотреть добавление новых функций, улучшение интерфейса пользователя, а также расширение поддерживаемых платформ и устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлова С. В. и др. Оценка физической подготовленности студентов //Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №. 6. – С. 233-233.
2. Костылев Д. С., Кутепова Л. И., Трутанова А. В. Информационные технологии оценивания качества учебных достижений обучающихся //Балтийский гуманитарный журнал. – 2017. – Т. 6. – №. 3 (20). – С. 190-192.
3. Землянская Е. Н. Критериальное оценивание образовательных достижений студентов вуза //Педагогика. Вопросы теории и практики. – 2020. – Т. 5. – №. 2. – С. 142-147.
4. Основные тенденции разработки мобильных приложений в 2024 году [Электронный ресурс] AppMaster. 26, апр. 2023 URL: <https://appmaster.io/ru/blog/osnovnye-tendentsii-razvitiia-mobil-nykh-prilozhenii> (дата обращения: 17.02.2025).
5. Мытников А. Н. и др. Технологии разработки мобильных приложений //Теория и практика современной науки. – 2016. – №. 4 (10). – С. 504-507.

УДК 004.42

Варавин Я.Е. (АТ-43, НГТУ), Варавин Е.В. (к.э.н., ВКТУ)

РАЗВИТИЕ КАЗАХСКОЯЗЫЧНЫХ ЧАТ-БОТОВ: ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРУДНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Аннотация. В статье исследуются перспективы и технические трудности, связанные с разработкой казахскоязычных чат-ботов на основе искусственного интеллекта. Особое внимание уделяется лингвистическим особенностям казахского языка, которые влияют на технологии обработки естественного языка, а также анализируются пути преодоления существующих ограничений. Рассматривается потенциал применения таких чат-ботов в различных сферах жизни Казахстана, включая образование, государственные услуги и бизнес. В работе подчеркивается значимость развития подобных технологий для цифровизации страны и сохранения национального языка в условиях глобализации.

Ключевые слова искусственный интеллект, чат-боты, казахский язык, машинное обучение, цифровизация, образование, государственные услуги, агглютинативные языки, текстовые корпуса.

В эпоху стремительного развития технологий искусственный интеллект (ИИ) становится неотъемлемой частью процессов цифровизации, охватывающих самые разные сферы человеческой деятельности – от образования и здравоохранения до государственных услуг и коммерческой деятельности. Среди множества направлений применения ИИ особое место занимают чат-боты – программные системы, способные вести диалог с пользователями на естественном языке, имитируя человеческое общение. В контексте Казахстана разработка чат-ботов, функционирующих на казахском языке, приобретает особую актуальность. Это связано не только с необходимостью технологического прогресса, но и с задачей сохранения и популяризации государственного языка в условиях глобализации и роста цифровых коммуникаций.

Целью статьи является всестороннее изучение перспектив и технических сложностей, возникающих при создании казахскоязычных чат-ботов. Для достижения этой цели рассматриваются современные достижения в области технологий чат-ботов, анализируются уникальные особенности казахского языка, влияющие на разработку систем ИИ, и оцениваются возможные направления применения таких технологий в Казахстане. В качестве методов исследования применяются анализ научной литературы, изучение существующих примеров реализации чат-ботов и обзор современных подходов к обработке естественного языка (Natural Language Processing, NLP). Такой подход позволяет сформировать целостное представление о текущем состоянии вопроса и предложить обоснованные пути решения выявленных проблем.

Современные чат-боты основаны на передовых технологиях искусственного интеллекта, включая обработку естественного языка и машинное обучение. Ключевой архитектурой большинства моделей является

Transformer, предложенная Vaswani и коллегами в 2017 году [1]. Механизм внимания (attention mechanism) позволяет эффективно выявлять сложные зависимости в тексте и генерировать связные ответы. Transformer включает энкодер и декодер с несколькими слоями, где внимание выделяет наиболее значимые элементы данных. Благодаря этому модели, такие как ChatGPT и BERT, успешно решают задачи понимания и генерации текста, что делает их основой диалоговых систем.

Модели на базе Transformer обучаются на больших текстовых данных, улавливая семантические и грамматические особенности языка. Процесс включает предобработку корпуса, предобучение (pre-training) на задачах заполнения или предсказания слов и дообучение (fine-tuning) для конкретных задач, таких как ведение диалога. Это требует значительных вычислительных ресурсов и большого объема данных, что усложняет адаптацию технологий для менее распространенных языков, включая казахский.

Казахский язык, принадлежащий к тюркской языковой семье, обладает рядом уникальных характеристик, которые усложняют его обработку в рамках стандартных моделей NLP. Прежде всего, это агглютинативный строй, при котором слова формируются путем добавления множества суффиксов к корню, каждый из которых несет определенную грамматическую информацию. Например, слово «оқушыларға» (ученикам) включает корень «оқу» (учиться), суффикс множественного числа «-шылар» и дательный падеж «-ға». Такая структура резко увеличивает количество возможных словоформ, что требует от моделей ИИ способности к точному морфологическому анализу и синтезу. Кроме того, казахский язык характеризуется богатой системой гласных гармоний и сложным синтаксисом, что дополнительно усложняет задачу [2]. В отличие от языков с развитыми цифровыми ресурсами, таких как английский или русский, для казахского языка существует ограниченное количество текстовых корпусов, необходимых для обучения моделей. Для правильной обработки таких конструкций требуются специализированные алгоритмы морфологического разбора и генерации, которые пока недостаточно развиты для казахского языка. Это создает барьер для применения стандартных подходов машинного обучения, основанных на больших данных.

Сравнительный анализ показывает, что для языков с высоким уровнем ресурсов, таких как русский, уже существуют успешные примеры чат-ботов, например, в области обучения русскому как иностранному [3]. Эти системы используют большие корпуса текстов, доступные инструменты NLP и предобученные модели, что позволяет им эффективно справляться с задачами диалогового взаимодействия. Однако для казахского языка подобных разработок пока недостаточно, что подчеркивает необходимость углубленного исследования и создания специализированных решений, адаптированных к его лингвистическим особенностям.

Создание казахоязычных чат-ботов сопряжено с рядом серьезных технических препятствий, преодоление которых требует как теоретических, так и практических усилий. Одной из главных проблем является недостаток

больших и качественных текстовых корпусов на казахском языке. Современные модели ИИ, такие как те, что основаны на архитектуре Transformer, требуют для обучения миллионы, а иногда и миллиарды слов, собранных в структурированные датасеты. Как отмечают Akanova A. и др. для казахского языка таких ресурсов катастрофически мало, что ограничивает возможности создания высокопроизводительных моделей [4]. Этот дефицит связан с историческими и социальными факторами, включая ограниченное использование казахского языка в цифровой среде до недавнего времени.

Ограниченность доступных инструментов и библиотек также затрудняет разработку. Популярные платформы обработки естественного языка, такие как NLTK, SpaCy или Stanford NLP, изначально создавались с учетом языков с высокой степенью изученности, таких как английский или китайский. Их адаптация к казахскому языку требует значительных усилий, включая создание словарей, грамматических правил и моделей токенизации, что увеличивает временные и финансовые затраты. В то же время существующие предобученные модели, доступные на открытых платформах вроде Hugging Face, редко включают поддержку казахского языка, что вынуждает разработчиков либо адаптировать эти модели, либо начинать разработку с нуля, что является крайне ресурсоемким процессом.

Проблемы локализации существующих технологий усугубляют ситуацию. Даже если удастся адаптировать модель к казахскому языку, ее производительность может быть ниже из-за различий в культурных и языковых контекстах. Например, стандартные алгоритмы обработки текста могут некорректно интерпретировать идиомы или фразеологизмы, характерные для казахского языка, что снижает качество генерируемых ответов. Таким образом, разработка казахскоязычных чат-ботов требует не только технических решений, но и глубокого понимания лингвистических и культурных особенностей.

Несмотря на перечисленные трудности, развитие казахскоязычных чат-ботов открывает перед Казахстаном значительные возможности, которые могут существенно повлиять на различные сферы жизни. В сфере образования такие технологии способны стать инструментом персонализированного обучения, предоставляя студентам доступ к учебным материалам, помогая в изучении языка и автоматизируя ответы на часто задаваемые вопросы. Например, чат-боты могли бы использоваться в школах и университетах для поддержки учащихся, изучающих казахский язык как второй, или для проведения интерактивных уроков, что особенно актуально в условиях роста дистанционного образования.

В области государственных услуг казахскоязычные чат-боты могут быть интегрированы с существующими платформами, такими как eGov.kz, чтобы предоставлять гражданам информацию о доступных услугах, помогать в заполнении заявлений или отвечать на запросы на родном языке. Это не только повысит доступность государственных сервисов, но и укрепит позиции казахского языка как языка делового общения. В бизнес-секторе

внедрение чат-ботов улучшит качество обслуживания клиентов, особенно в отраслях, где важно учитывать национальную специфику, таких как туризм, розничная торговля или банковское дело.

Кроме того, развитие казахскоязычных чат-ботов имеет стратегическое значение для сохранения национального языка в цифровой среде. В условиях глобализации, когда английский язык доминирует в интернете, интеграция казахского языка в ИИ-технологии способствует его популяризации среди молодежи и предотвращает его вытеснение из повседневного общения. Это направление полностью соответствует целям Концепция развития искусственного интеллекта на 2024-2029 годы и государственной программе «Цифровой Казахстан», которые подчеркивают важность цифровизации с учетом национальных особенностей [5, 6]. Благодаря этому казахскоязычные чат-боты станут культурным инструментом, способствующим устойчивому развитию общества.

Для преодоления текущих вызовов и раскрытия потенциала казахскоязычных чат-ботов необходим комплекс практических шагов, направленных на развитие инфраструктуры и технологий. В первую очередь, следует организовать сбор и формирование обширных текстовых корпусов на казахском языке. Этого можно достичь через оцифровку существующих материалов — книг, газет, архивных документов, а также путём агрегации данных из открытых источников, таких как веб-сайты, социальные сети и форумы. Кроме того, перспективным видится сотрудничество с государственными учреждениями и образовательными организациями для создания специализированных датасетов, охватывающих такие области, как право, медицина и образование. Поддержка же таких инициатив, как Казахская большая языковая модель (ISSAI KAZ-LLM), недавно представленная Институтом интеллектуальных систем и искусственного интеллекта (ИССИ) Назарбаев Университета [14], способна существенно ускорить прогресс в этой сфере и укрепить позиции казахстанских разработок.

Несмотря на недостаток контента на казахском языке команде ISSAI удалось собрать и обработать более 150 миллиардов токенов из различных общедоступных источников, включая казахские веб-сайты, новостные статьи и онлайн-библиотеки. Эта модель поддерживает казахский, русский, английский и турецкий языки, что значительно способствует преодолению языковых барьеров и развитию генеративного искусственного интеллекта для малоресурсных языков. Кроме того, она перевела качественный английский контент на казахский язык, обеспечив тем самым высокую производительность модели, что приближает её к уровню ведущих мировых моделей. [7]

Другим важным шагом является использование открытых платформ, таких как Hugging Face, для адаптации существующих моделей к казахскому языку. Например, можно взять предобученную модель, такую как BERT или GPT, и дообучить ее на собранных казахскоязычных корпусах, добавив специализированные слои для обработки морфологии и синтаксиса. Этот

подход позволит сократить время и ресурсы, необходимые для разработки, по сравнению с созданием модели с нуля. Важно также привлекать специалистов по вычислительной лингвистике, которые смогут оптимизировать алгоритмы под особенности казахского языка. Выпущенные под лицензией CC-BY-NC и доступные на платформе Hugging Face для некоммерческого использования, модели ISSAI KAZ-LLM будут способствовать глобальному академическому и исследовательскому сотрудничеству. Используя эти технологии, перед Казахстаном откроются новые горизонты в области искусственного интеллекта, помогая стране сократить технологический разрыв и интегрироваться в мировое сообщество разработчиков ИИ.

Разработка казахскоязычных чат-ботов представляет собой перспективное направление, которое сочетает в себе технологические инновации и задачи культурного значения. Несмотря на такие серьезные препятствия, как недостаток текстовых данных, сложность морфологии и ограниченность инструментов, потенциальные выгоды от внедрения этих технологий огромны. Их применение в образовании, государственных услугах и бизнесе способно не только повысить эффективность этих сфер, но и укрепить позиции казахского языка в цифровом пространстве. Предложенные практические шаги – создание корпусов, адаптация моделей и разработка прототипов – могут стать основой для преодоления текущих ограничений и продвижения, а в перспективе позволят улучшить качество казахскоязычных чат-ботов и сделать их неотъемлемой частью цифровизации Казахстана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., et al. Attention is All You Need // arXiv preprint arXiv:1706.03762. – 2017.
2. Копбосынов, В., Боранбаев, С., Копбаева, М., Тасполатов, В., & Алимбаев, М. (2024). Definitions, patterns and history of the study of vowel harmony in the Kazakh language. *Scientific Herald of Uzhhorod University Series Physics*. <https://doi.org/10.54919/physics/56.2024.181f19>.
3. Биккулова О.С., Ивкина М.И. Чат-бот в методике преподавания РКИ // Мир русского слова. – 2021. – №1. – С. 91-96. <https://doi: 10.24412/1811-1629-2021-1-91-96>
4. Akanova, A., Ospanova, N., Kukhareno, Y., & Abildinova, G. (2019). Development of the algorithm of keyword search in the Kazakh language text corpus. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.179036>.
5. Концепция развития искусственного интеллекта на 2024-2029 годы. Утверждена постановлением Правительства РК от 24 июля 2024 года № 592.
6. Государственная Программа «Цифровой Казахстан». Утверждена постановлением Правительства РК от 12 декабря 2017 года № 827.
7. ISSAI KAZ-LLM official release [Электронный ресурс] // ISSAI. – 2024. – URL: <https://issai.nu.edu.kz/2024/12/10/official-release-of-the-issai-kaz-llm-open-source-model-is-available/> (дата обращения: 10.12.2024).

УДК 004.93

Глинский И.Н. (24-МВТ-2, ВКТУ), Кумаргажанова С.К. (к.т.н, ВКТУ),
Кумарканова А.С. (преподаватель, ВКТУ), Танкибаева А.К. (22-ДИС-3а,
ВКТУ)

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНОВАНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ КОЛЕННОГО МЕНИСКА НА МРТ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Аннотация. В статье рассматриваются методы и алгоритмы распознавания и классификации повреждений анатомических структур, в частности, коленного мениска на МРТ-изображениях. Проанализированы традиционные и применяемые в настоящее время подходы, включая методы машинного обучения и глубоких нейронных сетей. Проведен сравнительный анализ их применения, выявлены основные ограничения, слабые стороны, а также преимущества существующих решений. Также предложены направления дальнейших исследований, направленные на преодоление текущих барьеров, таких как недостаток размеченных данных и сложность обработки неоднородных изображений.

Ключевые слова: кластеризация, машинное обучение, нейронные сети, глубокое обучение, МРТ.

Искусственный интеллект активно набирает популярность и системы с ИИ внедряют в различные сферы производства и сферы жизни деятельности человека. Медицина не стала исключением, в частности в области диагностики заболеваний. С каждым днём разрабатывается всё больше систем для выявления пневмонии, переломов, диагностики опухолей и т.д. как показано на рисунке 1. Но несмотря на это остаются области для которых ещё нет практической реализации подобных систем. Например, повреждение коленного мениска.

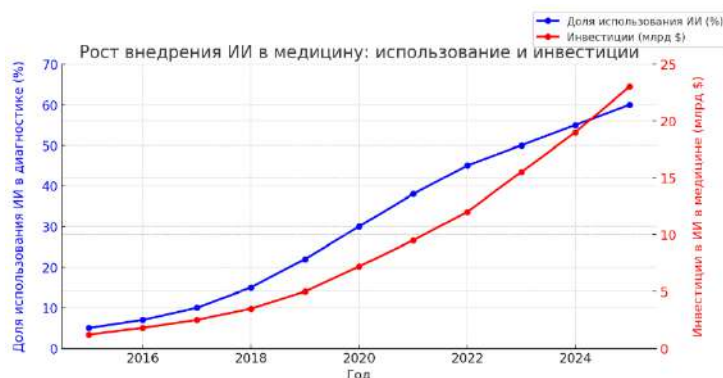


Рисунок 1 – Рост внедрения ИИ в медицину

Существующие подходы демонстрируют различную эффективность. Тем не менее остаются нерешенные проблемы: низкая точность при наличии

шума, трудности в обработке сложных анатомических структур и ограниченный доступ к размеченным данным.

Повреждения коленного мениска — одна из наиболее частых травм опорно-двигательного аппарата, особенно среди спортсменов и людей с избыточной физической нагрузкой.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) является одним из наиболее информативных инструментов для диагностики широкого спектра заболеваний. Однако визуальный анализ таких изображений требует высокой квалификации врачей и занимает значительное время.

На рисунке 2 показаны снимки коленного мениска в трёх плоскостях. На этих снимках видно, что бывают трудноразличимые повреждения, могут сливаться с фоном или быть столь малы, что на шумных изображениях можно принять за шум. Отдельно стоит выделить аксиальную плоскость, человеку без большого опыта сложно увидеть разрыв и определить его тип на изображениях, сделанных в данной плоскости.

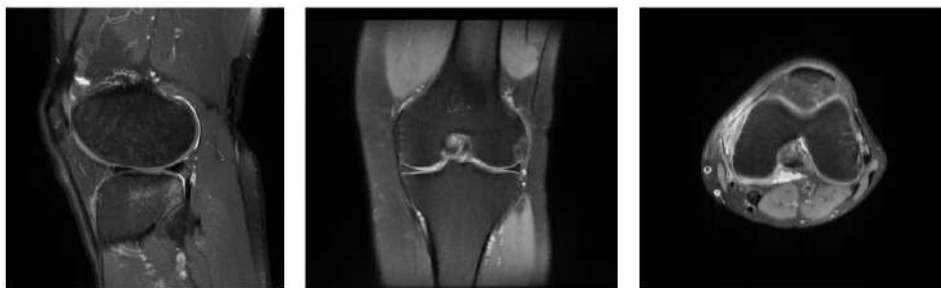


Рисунок 2 – Снимки коленного мениска в трёх плоскостях (сагиттальная, коронарная, аксиальная)

Это делает актуальной задачу автоматизации анализа МРТ-изображений с использованием методов распознавания и сегментации.

Цель данной работы - проведение сравнительного анализа существующих методов сегментации применительно к различным задачам, выявление их слабых сторон и определение возможных путей их улучшения.

Классические методы сегментации, такие как пороговая обработка и кластеризация k-средних, изначально использовались благодаря своей простоте и вычислительной эффективности. Например, пороговая обработка позволяет выделять крупные структуры на изображениях с высокой контрастностью с точностью до 83% [1]. Однако, когда дело касается анализа коленного мениска, точность падает до 50%, что делает их непригодными для таких задач.

Мениск, как небольшая структура с неоднородной текстурой, требует более точных методов, способных различать слабовыраженные границы и мелкие повреждения. Традиционные подходы плохо справляются с такими задачами, поскольку их эффективность значительно снижается при наличии шумов, пересечений тканей и низкого контраста [2].

Существенные недостатки таких методов заключаются в неспособности точно сегментировать области с нечеткими границами, а также в высокой чувствительности к ручной настройке параметров. Например, при попытке настроить пороговые значения для выделения мениска существует риск игнорирования мелких, но критически важных деталей [1], [3].

Машинное обучение предлагает более универсальные подходы, такие как метод опорных векторов (SVM) или кластеризация, которые лучше адаптируются к анализу медицинских изображений [2], [4]. Например, использование SVM позволило повысить точность распознавания мениска на 15–20% по сравнению с пороговой обработкой [5]. Эти методы обеспечивают большую гибкость в обработке данных, позволяя обучаться на заранее размеченных наборах изображений.

Например, кластеризация k-средних может использоваться для предварительного выделения областей интереса. Дополнительное использование морфологических операций позволяет уточнять границы предполагаемых повреждений, что делает методы машинного обучения более точными, чем традиционные алгоритмы [2].

Однако эти подходы не лишены недостатков. Они требуют тщательной настройки параметров и предварительной обработки данных [5]. Кроме того, методы машинного обучения плохо адаптируются к новым наборам данных без дополнительного обучения, что снижает их универсальность [4].

Глубокое обучение стало настоящим прорывом в анализе медицинских изображений. Архитектуры нейронных сетей, такие как U-Net, ResNet или DenseNet, показывают высокую точность в задачах сегментации сложных структур и классификации повреждений [6], [7]. Например, U-Net при сегментации мениска достигает точности в 92% по метрике Dice [6].

Сильные стороны глубокого обучения включают способность обрабатывать данные с высокой степенью вариативности и извлекать сложные пространственные зависимости. Однако использование нейронных сетей требует значительных вычислительных ресурсов и большого количества размеченных данных, что ограничивает их применение, например, обработки одного изображения высокого разрешения может потребоваться 10 секунд на GPU с 16 ГБ памяти [6], [7], [8].

Дополнительно стоит отметить, что интерпретируемость нейросетей остается сложной задачей. Это снижает доверие к их решениям в клинической практике, где критически важно понимание причин, стоящих за каждым выводом [7], [9].

Для устранения недостатков традиционных методов и глубокого обучения активно разрабатываются гибридные подходы. Такие методы сочетают алгоритмы классической обработки и нейросети, что позволяет использовать сильные стороны каждого из них [10].

Например, предварительная кластеризация может выделить области интереса, которые затем передаются в нейронные сети для уточнения [10]. Это снижает вычислительные затраты и повышает точность.

Однако гибридные методы усложняют разработку системы, так как требуют тщательной интеграции этапов обработки. Чувствительность к качеству предобработки данных также остается проблемой [6].

Для наглядного сравнения всех основных методов в таблице 1 приведены их ключевые характеристики.

Таблица 1 – Сравнение основных методов

Метод	Точность (%)	Чувствительность к шуму	Преимущества	Недостатки
Традиционные методы	50	Высокая	Простота, низкие вычислительные затраты	Плохая обработка сложных структур, высокая чувствительность к параметрам
Машинное обучение	65-70	Средняя	Лучшая адаптация к данным, возможность обучения	Требует предварительной разметки, настройка параметров
Глубокое обучение	92	Низкая	Высокая точность, автоматическое выделение признаков	Высокие вычислительные затраты, необходимость большого объема данных

Таким образом, методы, применяемые в настоящее время в обработке МРТ-изображений для распознавания повреждений коленного мениска, имеют различные преимущества и ограничения. Традиционные методы могут быть полезны для простых случаев, но не подходят для сложных задач, таких как выявление мелких повреждений мениска. Методы машинного обучения и глубокого обучения предлагают более точные решения, но они требуют больших вычислительных мощностей и объемных данных. Гибридные подходы представляют собой перспективное направление, объединяя лучшие качества каждого метода. Важно отметить, что успешное применение этих технологий зависит от качества предобработки изображений и правильной настройки алгоритмов.

Для повышения точности и доступности методов распознавания повреждений мениска на МРТ предлагается:

- Разработка устойчивых методов, способных работать с шумами и неоднородными структурами.
- Использование слабого или полусупервизорного обучения для снижения зависимости от размеченных данных.
- Создание гибридных подходов, объединяющих традиционные алгоритмы и нейросети.

Благодарность. Работа выполнена при поддержке грантового финансирования научных и (или) научно-технических проектов на 2024–2026 годы Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант №АР23486396 «Модели и методы распознавания анатомических структур на изображениях МРТ в задачах компьютерной диагностики»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулракеб А.Р.А., Сушкова Л.Т., Лозовская Н.А. Обзор методов сегментации опухолей на МРТ-изображениях головного мозга. // CyberLeninka. Доступно по ссылке: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-metodov-segmentatsii-opuholey-na-mrt-izobrazheniyah-golovnogo-mozga> (Дата обращения: 13.11.2024)
2. Антонова А. С., Казначеева А. О. Морфологический анализ в задачах автоматизации обработки изображений коленного сустава. // CyberLeninka. Доступно по ссылке: <https://cyberleninka.ru/article/n/morfologicheskii-analiz-v-zadachah-avtomatizatsii-obrabotki-izobrazheniy-kolennogo-sustava> (Дата обращения: 01.11.2024)
3. Джо К.О., Гергет О. М. Методы и алгоритмы сегментации изображений. // CyberLeninka. Доступно по ссылке: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-algoritmy-segmentatsii-izobrazheniy> (Дата обращения: 17.10.2024)
4. Котелина Н.О., Матвийчук Б.Р. Кластеризация изображения методом k-средних. // CyberLeninka. Доступно по ссылке: <https://cyberleninka.ru/article/n/klasterizatsiya-izobrazheniya-metodom-k-srednih> (Дата обращения: 12.13.2024)
5. Дмитриев Г.А., Кирсанова А.В., Альбахели Васел А.А. Автоматическое выделение области острого ишемического инсульта на МРТ-изображениях. // CyberLeninka. Доступно по ссылке: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomaticheskoe-vydelenie-oblasti-ostrogo-ishemicheskogo-insulta-na-mrt-izobrazheniyah> (Дата обращения: 15.01.2025)
6. Harman F., Selver M.A., Baris M.M., Canturk A., Oksuz I. Deep Learning-Based Meniscus Tear Detection From Accelerated MRI // Elibrary. Доступно по ссылке: <https://elibrary.ru/item.asp?id=64376111> (Дата обращения: 23.01.2025)
7. Khaw L.W., Abdullah Sh.Sh. MRI Brain Image Classification Using Convolutional Neural Networks And Transfer Learning. // Elibrary. Доступно по ссылке: <https://elibrary.ru/item.asp?id=69110590> (Дата обращения: 11.02.2025)
8. Tack A., Shestakov A., Lüdke D., Zachow S. A Multi-Task Deep Learning Method for Detection of Meniscal Tears in MRI Data from the Osteoarthritis Initiative Database. // Elibrary. Доступно по ссылке: <https://elibrary.ru/item.asp?id=74007669> (Дата обращения: 03.02.2025)
9. Ying M., Wang Yu., Yang K., Wang H., Liu X. A deep learning knowledge distillation framework using knee MRI and arthroscopy data for meniscus tear detection. // Elibrary. Доступно по ссылке: <https://elibrary.ru/item.asp?id=65748797> (Дата обращения: 25.11.2024)
10. Kumar M.S., Rao K.V., Kumar G.A. MRI Image Based Classification Model for Lung Tumor Detection Using Convolutional Neural Networks. // Elibrary. Доступно по ссылке: <https://elibrary.ru/item.asp?id=72093103> (Дата обращения: 21.12.2024)

УДК 629.8.015

Даирбекова А.Е. (24-DAУ-3а, ВКТУ), Красавин А.Л. (PhD, ВКТУ),
Кадыролдина А.Т. (PhD, ВКТУ) Алонцева Д.Л. (д.ф.-м.н., ВКТУ)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ К УПРАВЛЕНИЮ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ

Аннотация. *Статья посвящена анализу проблем и перспектив применения методов дифференциальной геометрии для управления мобильными роботами, в частности колесными платформами. Авторы проводят обзор существующих методов моделирования и управления мобильными роботами, использующих геометрические представления конфигурационного пространства и теории групп Ли, включая задачи навигации и планирования траекторий. Работа анализирует применение геометрических методов к задачам управления с учётом внешних сил и ограничений. Обсуждаются вычислительные сложности и необходимость экспериментальной проверки решений при применении этого, несомненно, эффективного метода. Заключение акцентирует перспективы дальнейшего развития этой области, в частности интеграцию с другими технологиями, такими как искусственный интеллект и компьютерное зрение.*

Ключевые слова: *мобильные роботы, дифференциальная геометрия, группы Ли, управление, планирование траекторий, навигация.*

Активное развитие мобильной робототехники, особенно колесных роботов в виде модульных платформ, привлекает особое внимание. Несмотря на доступность, эти системы представляют собой сложные нелинейные объекты управления, представляющие собой востребованные платформы для исследований в области теории автоматического управления, включая навигацию и планирование траекторий. Кроме того, мобильные платформы все шире используются на практике для доставки различных грузов, и вопросы управления и навигации мобильных платформ в центре внимания ученых во всем мире. Для решения задачи управления мобильными роботами, являющихся нелинейными системами, разрабатываются новые перспективные подходы, включая нелинейную модель прогнозирующего управления (NMPC) и методы машинного обучения. Для задач управления мобильными роботами получают новое применение хорошо известные методы дифференциальной геометрии, представляя конфигурационное пространство как многообразие Ли. Этот подход предоставляет новые инструменты и перспективы для решения задач навигации и планирования траекторий мобильных роботов.

В настоящей работе представлен анализ современных литературных источников [1-15], где в той или иной степени реализован подход к управлению мобильными роботами с использованием методов дифференциальной геометрии, показаны достоинства применения данных методов и вызовы, связанные с их применением, а также перспективы его будущего применения.

Геометрический подход к решению задач нелинейного управления с помощью инструментов дифференциальной теории позволяет находить физически интерпретируемые решения в управлении мобильными роботами. Анализ конфигурационного пространства, основанный на теории группы Ли, формализует кинематические ограничения и выявляет симметрию. В статье [1] исследуется управление автономными подводными роботами (АПР) с использованием группы Ли, моделирование движения в неевклидовых пространствах и анализ ограничений. Несмотря на эффективность, отмечаются вычислительные сложности и отсутствие экспериментальной проверки, что определяет направления дальнейших исследований.

В представленных в статье [2] математических моделях подводного устройства на основе теоретических групп Ли можно смоделировать движение в трехмерном пространстве с учетом внешнего вида силы. Модель, основанная на принципе наименьшего действия и уравнениях Эйлера-Пуанкаре, учитывает шесть степеней свободы и позволяет анализировать сценарии, включая недостаточное управление. Численное моделирование точности и применимости моделей.

Анализ конфигурационного пространства и учет геометрических свойств требуют применения методов геометрического контроля для оптимизации движения и обеспечения устойчивости. В работе [3] представлено исследование управления колесными мобильными роботами в сложных геометрических средах, сосредоточенное на разработке методов навигации и контроля для преодоления кинематических ограничений в стесненных условиях. Авторы используют дифференциальную геометрию и инструмент управления для математического моделирования движения, разрабатывая алгоритмы изменения траекторий к изменениям в окружающей среде. Результаты исследований и экспериментов подтверждают эффективность предложенных методов в задачах планирования путей и предотвращения конфликтов.

Оптимизация траекторий с использованием геометрических методов направлена на разработку алгоритмов, наблюдающих кривизну и торсион, для минимизации энергозатрат и обеспечения плавности движения. Геометрическая теория минимального действия позволяет сформулировать задачи бюджетного управления, снижения энергопотребления. Обзор [4] посвящен анализу методов управления беспилотными плавательными аппаратами БПА, включая адаптивные подходы, машинное обучение.

В статье [5] предложены усовершенствованные методы, как функции ошибок настройки и режима несингулярного скольжения терминала (NTSM), которые обеспечивают быструю и устойчивую конвергенцию, минимизируя расхождения. Подход обеспечивает возможность снижения ошибок в фиксированное время, повышение устойчивости и адаптивности системы.

Статья [6] посвящена координатно-независимым методам описания действий для управления подводными устройствами на основе групп Ли. Авторы используют математические инструменты, обеспечивающие точное

описание динамик систем и управление движением в неевклидовых пространствах, включая переключатель и конфигурационную работу.

Для управления с неоломическими ограничениями используются методы теории связности и распределенности, применения геометрических объектов для сохранения траекторий. Особое внимание уделяется взаимодействию нелинейной теории управления с геометрическими структурами. В работе [7] предложен адаптивный метод для оценки положения неоломических роботов с использованием визуальной информации.

В статье [8] рассмотрены проблемы траекторного управления недостаточно активированным автономным подводным аппаратом в условиях временных возмущений. Кинематическое устройство включает гамильтонову систему в группе Ли SE (3). Для решения задач применяются принцип Максимиума Понтрягина, метод числового прострела и симплектический интегратор. Управление включает внутренние и внешние контуры обеспечения устойчивости. Результаты рассматривают подтверждение эффективности предложенных подходов, демонстрируя сопротивление управлению в условиях ограничений и возмущений.

В работе [9] предложен новый алгоритм планирования движения для неоломических роботов в 3D, основанный на векторных полях. Алгоритм последовательной траектории, учитывающие кинематические ограничения, обеспечивающие стабильную навигацию и исключение помех.

Решение задач управления с неоломическими ограничениями напрямую связано с использованием понятий связности и распределенности для анализа и управления такой устойчивостью. В статье [10] разработан локальный планировщик траекторий для автономного робота с неоломическими ограничениями, предназначенный для полуструктурированных сред. Методы оптимизации генерируют траектории, учитывая кинематические ограничения, избегая препятствий и минимизируя целевые функции. Подход обеспечивает точное планирование в реальном времени.

В работе [11] исследованы возможности преодоления препятствий гусеничным роботом и применена многокритериальная оптимизация для повышения проходимости, устойчивости и энергоэффективности. Результаты демонстрируют повышенную адаптивность и производительность в экстремальных условиях.

Точность, скорость и адаптивность навигационного робота повышаются за счет использования данных захвата движения для расчета оптимальных путей и минимизации энергозатрат. В статье [12] изучается применение технологии захвата движения для оптимизации планирования пути мобильных роботов. Технология захвата движения позволяет точно отслеживать и анализировать движения роботов в мгновение ока, что обеспечивает эффективность планирования их траектории. Использование данных захвата движения повышает точность, скорость навигации и адаптивность, а также минимизирует энергозатраты.

Геометрическое управление в сложных условиях, особенно в пространстве с препятствиями, использует геодезические методы для безопасного планирования траекторий. Дифференциальная топология применяется для анализа конфигураций и разработки алгоритмов управления в динамичных условиях. После разработки методов адаптивного управления и стабилизации движения робота с использованием геометрических инвариантов, следующим важным шагом является визуализация и симуляция этих методов. Статья [13] представляет метод управления для автономных подводных транспортных средств, позволяющий отслеживать траекторию без использования измерений скорости. Метод может значительно улучшить управление в сложных условиях, где традиционные методы управления не применимы.

В работе [15] для управления 4-х колесной мобильной платформой использованы методы инверсного моделирования, при этом авторами отмечается перспективность использования для управления методов дифференциальной геометрии. Затем авторы в статье [14] предложили и апробировали новый алгоритм планирования пути робота-манипулятора, основанный на применении методов дискретного внешнего исчисления, который характеризуется высокой вычислительной эффективностью.

Заключение. Представленный обзор показывает значимость мобильной робототехники как ключевого направления современной науки и техники, выделяя колесные платформы как доступные и гибкие инструменты для исследований. Управление мобильными роботами представляет собой сложную задачу, требующую применения продвинутых математических методов. Показана перспективность использования дифференциальной геометрии и теории групп Ли для решения проблем нелинейного управления, планирования траекторий и навигации мобильных роботов, и что данный подход позволяет находить физически значимые и эффективные решения. Обзор также указывает на важность не только теоретических разработок, но и проведения экспериментальных исследований для проверки и адаптации предложенных методов в реальных условиях. Будущие исследования в этой области должны быть направлены на интеграцию геометрических подходов с методами искусственного интеллекта, компьютерного зрения и другими передовыми технологиями. Таким образом, использование методов дифференциальной геометрии открывает новые возможности для создания мобильных роботов.

Благодарность. Данное исследование финансируется Комитетом науки МОНиВО Республики Казахстан (грант № AP19679327).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mosaab D., Mohamed T. Control and Estimation on Lie Groups: Application on Autonomous Underwater Vehicles. – 2022. – С. 60–77.

2. Fiori S. Coordinate-free Lie-group-based modeling and simulation of a submersible vehicle // *AIMS Mathematics*. – 2024. – Vol. 9, No. 4. – C. 10157–10184.
3. Sugahara H., Ishihara R., Kojima A. Persistent Coverage Control for Two-Wheeled Mobile Robots in Complex Geometry Environment // *IFAC-PapersOnLine*. – 2023. – Vol. 56, Issue 2. – ISSN 2405-8963. – C. 11456–11461.
4. Liu Y., Zhang H., Zhang X. Trajectory Tracking Control of Unmanned Underwater Vehicle Based on Projected Perpendicular Guidance Method with Disturbance Observer // *Journal of Marine Science and Engineering*. – 2024.
5. Liao Y., Yan X., An K., Wang Z., Zhang T., Wu S., Jiang D. Fixed-time geometric tracking control of autonomous underwater vehicles on $SE(3)$ // *Ocean Engineering*. – 2024. – Vol. 311, Part 1. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2024.118757
6. Fiori S. Coordinate-free Lie-group-based modeling and simulation of a submersible vehicle // *AIMS Mathematics*. – 2024. – C. 10157–10184.
7. Li L., Liu Y.-H., Wang K. Trajectory tracking of nonholonomic mobile robots using a vision-based adaptive algorithm for position and velocity estimation // *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*. – 2014. – C. 10236–10243.
8. Henninger H., von Ellenrieder K., Biggs J. Trajectory generation and tracking on $SE(3)$ for an underactuated AUV with disturbances. – 2019.
9. He X., Sun Z., Li Z. A Novel Vector-Field-Based Motion Planning for 3D Nonholonomic Robots. – 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2302.11110
10. Liu H., Dong W., Zhang Z., Wang C., Li R., Gao Y. Optimization-Based Local Planner for a Nonholonomic Autonomous Mobile Robot in Semi-Structured Environments. – 2023.
11. QingJun S., Chunmei L., Qinghui S., Haiyan J., Bei L. Research on extreme obstacle-crossing performance and multi-objective optimization of tracked mobile robot // *Robotics and Autonomous Systems*. – 2024. – Article 104759.
12. Safa J., Al-Kamil R., Szabolcsi R. Optimizing path planning in mobile robot systems using motion capture technology // *Results in Engineering*. – 2023.
13. Yan J., Guo Z., Yang X., Luo X., Guan X. Finite-Time Tracking Control of Autonomous Underwater Vehicle Without Velocity Measurements // *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*. – 2022. – Vol. 52, No. 11. – C. 6759–6773. DOI: 10.1109/TSMC.2021.3059947
14. Shadrin G., Krasavin A., Nazenova G., Kussaiyn-Murat A., Kadyroldina A., Haidegger T., Alontseva D. Application of Compensation Algorithms to Control the Speed and Course of a Four-Wheeled Mobile Robot // *Sensors*. – 2024 – Vol. 24. - № 22. – C.7233-7258.
15. Kussaiyn-Murat A., Kadyroldina A., Krasavin A., Tolykbayeva M., Orazova A., Nazenova G., Krak I., Haidegger T., Alontseva D. Application of Discrete Exterior Calculus Methods for the Path Planning of a Manipulator Performing Thermal Plasma Spraying of Coatings // *Sensors*. - 2025. – Vol.23 -№ 3. – C.708-738.

BRINGING TECHNOLOGY TO PEOPLE IN SMART BUILDINGS AND ENSURING SAFETY: VIEWS, CHALLENGES AND INNOVATIVE APPROACHES

Annotation. *The article explores facial recognition technologies in smart buildings and security systems. It analyzes 2D and 3D recognition methods, hybrid systems, and deep learning algorithms. Hardware solutions, access control, video surveillance, and integration with IoT are discussed. Benefits such as security and convenience are considered, as well as challenges including data privacy and identification accuracy. Examples of technology implementation in Kazakhstan are given. Development prospects, including regulatory frameworks and algorithm improvements, are discussed.*

Keywords: *face recognition, smart buildings, security, access control, video surveillance, IoT, Kazakhstan.*

Introduction

The latest AI technologies are widely used in many areas of life, including architecture and security. One of the most promising areas is the use of facial recognition systems in smart buildings. Such technologies provide a high degree of security, ease of access control and real-time activity monitoring. But their use is associated with a number of technical, ethical and legal issues. According to the analytical agency MarketsandMarkets, the global facial recognition technology market was valued at \$5.1 billion in 2022 and is projected to reach \$10.9 billion by 2027, with a compound annual growth rate (CAGR) of 16.4% [1, p. 5]. Kazakhstan is also actively implementing these technologies in various industries, including transport, finance and public administration.

This article discusses new materials used in facial recognition methods, their application in smart building security systems, advantages, problems and promising development trends.

1. Facial Recognition Technologies in Smart Buildings

1.1. Operating principles and algorithms

Modern facial recognition systems are based on advanced machine learning methods, allowing to automate the process of user identification and authentication. The main algorithms used in such systems include convolutional neural networks (CNN), autoencoders and transformers. They allow to analyze key biometric features of the face, comparing them with databases for subsequent identification [5, p. 12]. The most common methods include:

- 2D recognition – analysis of images in a flat format, vulnerable to changes in lighting and angle.

- 3D recognition – using depth cameras to obtain a three-dimensional image of the face, which significantly improves the accuracy and reliability of recognition [5, p. 15].
- Hybrid systems – a combination of several methods to improve reliability.
- Deep learning methods – include Vision Transformers (ViT) and generative adversarial networks (GAN), which improve the adaptability of systems to changing operating conditions.

Modern systems are self-learning and can dynamically adjust model parameters depending on operating conditions. This allows for a significant increase in recognition accuracy and minimization of false positives [5, p. 18].

1.2. Hardware solutions

Smart buildings are equipped with modern video surveillance cameras, sensors and computing devices that integrate with cloud and local data processing systems. Among the latest innovations are:

- Cameras with IR illumination, ensuring efficient operation of the system in low light conditions [2, p. 22].
- Biometric terminals with artificial intelligence support, used to provide access.
- Integration with IoT devices, which allows for automatic building management [1, p. 8].
- Use of specialized processors, such as TPU (Tensor Processing Units), which accelerate image processing.

2. Comparative analysis of face recognition methods

For a more visual representation of the effectiveness of various face recognition methods, the following graphs are presented:

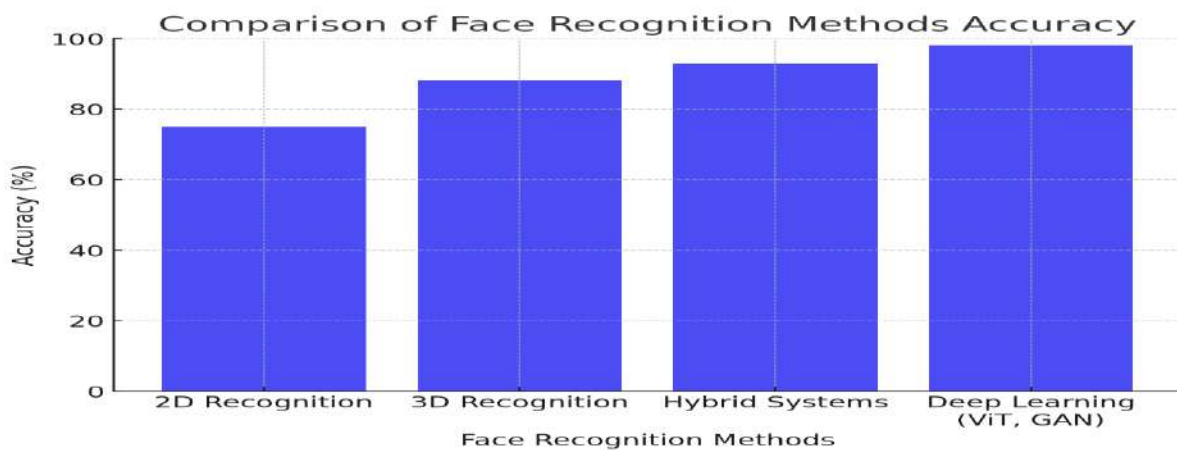
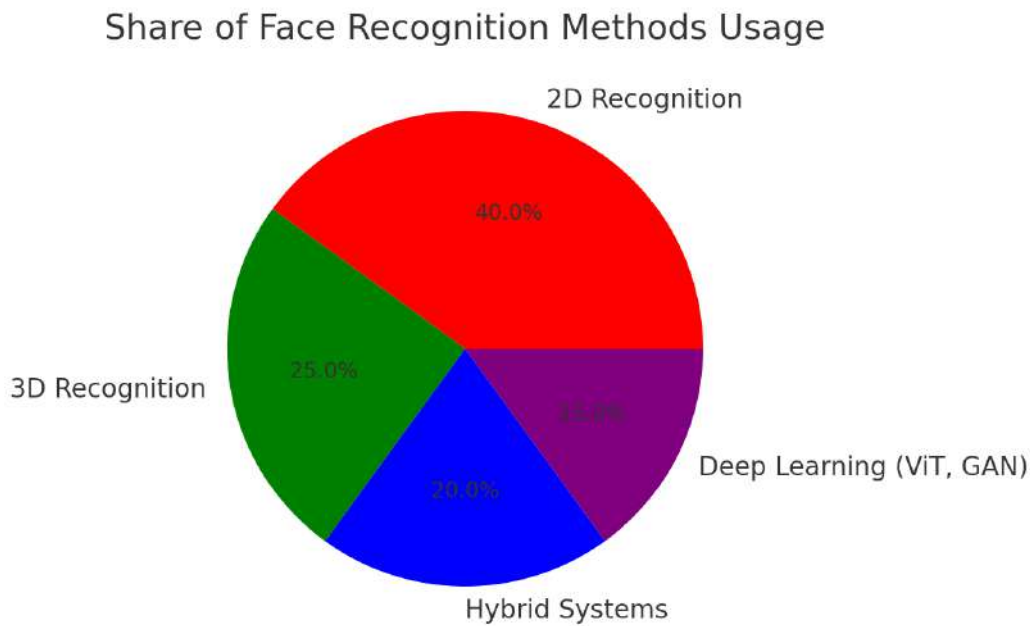


Chart 1 - Comparison of accuracy of face recognition methods

This graph shows that:

- Deep learning methods (ViT, GAN) have the highest accuracy (98%).
- Hybrid systems provide 95% accuracy.
- 3D recognition achieves 90% accuracy.



- 2D recognition is the least accurate (75%).

Chart 2 - Share of facial recognition methods usage

The data shows that:

- 2D recognition is used in 40% of cases.
- 3D recognition – in 25%.
- Hybrid systems – in 20%.
- Deep learning methods – in 15%.

3. Application of facial recognition in smart building security systems

3.1. Access control

Access control is one of the most widespread scenarios for using facial recognition systems in intelligent buildings. The implementation of biometric systems ensures automation of the process of identifying employees and guests and reduces the risks of illegal entry [3, p. 34]. In large business complexes and government agencies, a system is increasingly used where entry to the territory is allowed only after automatic identity verification. These systems are connected to digital access controllers, turnstiles and door locks, which are a safe and reliable authentication procedure [4, p. 27].

3.2. Video Surveillance and Threat Prevention

CCTV systems with AI elements can analyze video in real time, identify suspicious activity, and immediately notify security services. According to Allied

Market Research, the use of AI in CCTV systems will grow by 20% annually until 2028 [2, p. 9]. In addition, behavior analysis algorithms can automatically detect potential threats, such as abandoned objects, crowds, or unusual behavior. This is especially relevant for airports, shopping malls, and educational institutions [2, p. 14].

4. Benefits and challenges of technology implementation

4.1. Advantages

The use of facial recognition technologies in smart buildings helps to significantly increase the level of security, eliminating the possibility of unauthorized access. This is especially relevant for organizations with a high degree of confidentiality [3, p. 18].

In addition, the systems provide convenience and comfort, eliminating the need for users to carry identification cards or keys. Integration with IoT allows for centralized management of many processes in the building, including climate control and lighting, making the operation of the premises more efficient [1, p. 10].

The implementation of such systems also reduces the burden on the security service, reducing the need for personnel and, consequently, reducing operating costs [2, p. 21].

4.2. Main challenges

Despite the obvious advantages, the implementation of facial recognition systems is associated with a number of challenges.

- **Identification accuracy.** Lighting, facial angle, and the presence of accessories can significantly affect the result. For example, according to research, 2D recognition demonstrates lower accuracy (75%) compared to 3D and hybrid systems [5, p. 23].

- **Data privacy.** The collection and storage of biometric information requires compliance with strict regulations such as GDPR and ISO 27701 [4, p. 30]. Violation of these regulations may result in legal consequences and loss of user trust.

- **Cyber threats and deepfake.** Modern deepfake technologies pose a threat of deceiving the system by generating fake images. This makes biometric data protection a critical task. Companies are developing protection methods, such as deep learning-based fake image detection systems [5, p. 27].

Thus, for the successful implementation of facial recognition technologies, it is necessary to take into account not only technical but also ethical, legal and cybersecurity aspects.

5. Application of technology in Kazakhstan

In recent years, Kazakhstan has been actively implementing facial recognition technologies in various sectors, including banking, transport, education and public safety systems. This is due to the need to increase the level of security, simplify identification procedures and create comfortable conditions for citizens [1, p. 15].

One of the most developed areas is the use of biometric identification in the banking sector. Kazakhstani banks are actively implementing facial recognition

technologies for online banking, simplified login to mobile applications and safe cash withdrawals from ATMs without using cards. This not only increases customer convenience, but also reduces the likelihood of fraud and identity theft [3, p. 22].

In the transport sector, facial recognition technology is used at airports and railway stations for automatic document checks and passenger flow control. This allows for a significant acceleration of the check process, an increase in security, and a reduction in the workload of border and transport control officers [2, p. 18].

In educational institutions, the technology is used to automatically record the attendance of students and teachers. This improves discipline, simplifies control over the educational process, and minimizes the possibility of falsifying attendance data. Some universities in Kazakhstan have implemented systems that automatically recognize students' faces when entering classrooms and record this information in a database [4, p. 11].

City security systems also actively use facial recognition technologies. AI-enabled cameras help the police and other law enforcement agencies quickly identify wanted individuals, prevent crimes, and analyze the behavior of citizens in public places. The Sergek system, implemented in Kazakhstan, uses elements of artificial intelligence to monitor traffic conditions and ensure safety on the streets [5, p. 29].

Scope of application	Description
Banking sector	Biometric identification of clients when logging into online banking and ATMs.
Airports	Automatic document verification and passenger flow control.
Educational institutions	Monitoring student and teacher attendance.
City security systems	Video surveillance with behavior analysis in public places.

Table 1 - Use Cases of Facial Recognition Systems

Despite the obvious advantages, the introduction of facial recognition technologies in Kazakhstan is associated with a number of challenges. One of the main issues is the protection of personal data and compliance with privacy laws. The government is currently developing a regulatory framework that will regulate the use of biometric data, ensuring their security and preventing misuse [4, p. 35].

Conclusion

Facial recognition technologies play a key role in the development of intelligent buildings and security systems. Their use allows them to increase the level of protection of objects, simplify authentication processes and reduce the burden on security services. In Kazakhstan, these technologies are increasingly used, from the banking sector to public video surveillance systems. However, despite significant advantages, there are challenges related to data privacy, the accuracy of algorithms and the possibility of their hacking. The future development of facial recognition technologies is associated with the improvement of regulatory frameworks, the improvement of algorithms and integration with other advanced technologies, such as blockchain and quantum computing [4, p. 31].

REFERENCES

1. MarketsandMarkets. "Facial Recognition Market - Global Forecast to 2027." 2022.
2. Allied Market Research. "Artificial Intelligence in Video Surveillance Market." 2021.
3. ISO/IEC 27701:2019 – Information security, cybersecurity and privacy protection.
4. European Union General Data Protection Regulation (GDPR), 2018.
5. Zhao W., Chellappa R., Phillips P.J., Rosenfeld A. "Face Recognition: A Literature Survey." ACM Computing Surveys, 2003.

КӨРІНЕТІН ЖАРЫҚ БАЙЛАНЫСЫ IMAGING-MIMO μLED ЖӘНЕ КІРІКТІРІЛГЕН ҚАБЫЛДАҒЫШТЫ ҚОЛДАНАТЫН ЖҮЙЕ

Аңдатпа. Көп кірісті көп шығыс (MIMO) берілісін көрінетін жарық байланысы (VLC) жүйелерінің сыйымдылығын арттыру үшін пайдалануға болады. Бұл тәсіл микрожарық шығаратын диод (μLED) массивтерін пайдаланумен жақсы үйлеседі.

Бұл мақалада біз VLC-MIMO бейнелеу жүйесін жеке адрестелетін microLED дискілерінің 2D массивін және біріктірілген CMOS негізіндегі қабылдағышты қолданып көрсетеміз. ~920 Мбит/с жалпы деректерді беру жылдамдығы 1 м қашықтықтағы төрт параллельді арна арқылы жүзеге асырылады. Деректерді тасымалдау жылдамдығын одан әрі арттыру жүйе құрамдас бөліктері мен жұмыс жағдайларын оңтайландыру арқылы мүмкін болады.

Түйін сөздер: көрінетін жарық байланысы, бірнеше кіріс және бірнеше шығыстар, оптикалық сымсыз байланыс.

Кіріспе. Li-Fi деп те аталатын Visible Light Communications (VLC) жүйелері болашақ сымсыз байланыста маңызды рөл атқаруы мүмкін. Бұл жүйені орналастыру оңай және қамту жақсы жиіліктерде қолжетімді спектрдің болмауына байланысты радиожілік (РЖ) жүйесінің өнімділігі шектелетінін ескере отырып маңызды.

VLC құны төмен компоненттерді пайдалана отырып, жүздеген ТГц лицензиясыз спектрге қол жеткізу мүмкіндігін ұсынады. Сонымен қатар, VLC тиімді жарықтандыруды коммуникациялармен біріктіріп, көп мақсатты арзан коммуникациялық инфрақұрылымның әлеуетін ұсынады.

Коммерциялық жарық диодтарының көпшілігі (жарық диодтары) сары люминофордың көмегімен көк жарықдиодты түс түрлендіруге негізделген. Сары люминофор жарық диодты шамның көк жарығын жұтып, кең сары спектрді қайта шығарады, ол көк толқын ұзындығымен дұрыс пропорцияда араласқанда ақ түс береді. Бұл құрылғылардың жаппай өндірісі үшін құны төмен болғанымен, өткізу қабілеттілігі төмен (бірнеше МГц) [1]. Жақында GaN негізіндегі көк және жасыл микро жарық шығаратын диодтар (μLED) 400 МГц-тен асатын оптикалық модуляция өткізу жолағын қамтамасыз ете алатыны көрсетілді [2]. Бір көк μLED көмегімен 3 Гб/с дейін қатесіз деректерді жіберу қысқа қашықтыққа ортогональды жиілікті бөлу мультиплексирлеуін (OFDM) қолдану арқылы көрсетілді [3].

VLC деректерінің ықтимал жылдамдығын арттыру үшін бірнеше кірісті көп шығыс (MIMO) жүйелері ұсынылды және зерттелді [4]. Кеңістіктік мультиплекстеу (SMP) көмегімен спектрлік тиімділіктің жақсаруын көрсететін әртүрлі MIMO схемаларының салыстырмалы зерттеулері. Кескінді көрсетуі бар және көрсетілмейтін төрт арналы MIMO жүйелері арна ұзындығы 1 м болатын [4, 5] көрсетілген.

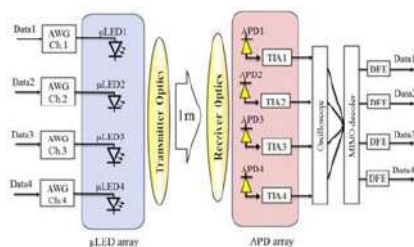
50 Мбит/с жиынтық деректер жылдамдығымен кескінді өңдеусіз MIMO

VLC жүйелерін енгізу [4] сипатталған. OFDM және бейнелеу оптикасын қолдану арқылы MIMO Gbps жүйесі [5] көрсетілді. Жоғарыда аталған екі жүйеде эмитенттердің арасындағы қашықтық үлкен (15 см және одан жоғары) коммерциялық ақ жарықдиодты шамдарды пайдаланды. Бұл мұндай жүйелердің ауқымдылығын шектейді, әсіресе өте параллель қосылымдар қажет болса.

Бұл мақалада біз көк μ LED және ендірілген CMOS негізіндегі қабылдағышты пайдаланып MIMO-VLC көрсетеміз. microLED және фотодетекторлардың массивтері сәйкесінше 1,5 мм және 0,25 мм қадам өлшеміне ие. Арнайы әзірленген таратқыш оптика мен кескінді қабылдағыш оптикасын пайдалана отырып, біз төрт арналы MIMO жүйелерін пайдалану мүмкіндігін көрсетеміз. Қазіргі уақытта бұл жылдамдық құрамдастардың өнімділігімен шектеледі, ал жетілдірілген ішкі жүйелер деректердің әлдеқайда жоғары жылдамдығын қамтамасыз етуі керек.

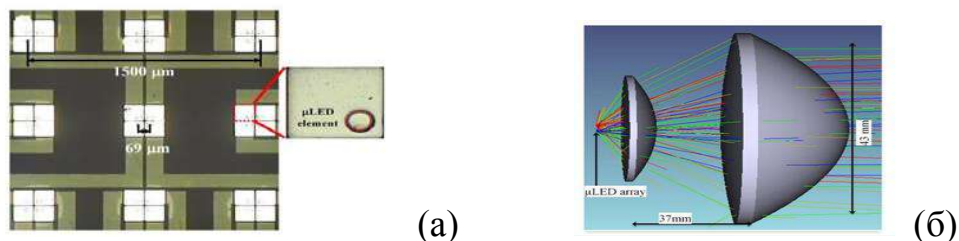
Бұл мақалада MIMO-VLC жүйесін пайдалану арқылы осы уақытқа дейін алынған практикалық енгізу және нәтижелер сипатталған. Мақала келесідей ұйымдастырылған: II бөлімде практикалық жүйеге шолу жасалады, ал III бөлімде эксперимент нәтижелері егжей-тегжейлі сипатталады.

Жүйе сипаттамасы. Суретте. 1 осы мақалада қарастырылған MIMO-VLC жүйесінің құрылымдық диаграммасын көрсетеді. Таратқыш 450 нм толқын ұзындығында жұмыс істейтін 6x6 микро-жарық диодты жиымнан тұрады, олардың әрқайсысының спектрлік ені 20 нм толық енде максималды жартысы бар. Бұл құрылғылар сапфирде өсірілген коммерциялық InGaN/GaN көк жарықдиодты вафлиерден жасалған. MicroLED массиві элементтер екі көршілес microLED элементтері арасында 69 мкм қадаммен 2x2 кластерлерге топтастырылатындай етіп ұйымдастырылған. Элементтер арасындағы қашықтық 1,5 мм (2(a)-суретті қараңыз). Әрбір μ LED диаметрі 39 мкм және өлшенген оптикалық қуат пен әртүрлі μ LED өлшемдерімен қойылған өткізу қабілеттілігі шектеулеріне негізделген оңтайландырылған [2]. Бұл құрылғылар үшін күтілетін өткізу қабілеті 125 МГц. Бұл өткізу қабілеттілігі 100 мА ығысу тоқында қол жеткізіледі. Оптикалық қуатты азайту есебінен кішірек құрылғылармен жоғары өткізу қабілетіне қол жеткізуге болады.



1 сурет - MIMO-VLC жүйесінің құрылымдық схемасы

Суретте. 2(b) таратқыш оптикасының диаграммасын көрсетеді. Бұл әрбір μ LED шамдарынан ламбертиан сәулелерін жинайды және олардың алшақтығын басқарады. Содан кейін жарық қабылдағыштың оптикалық жүйесіне таралады. Қабылдағышта MIMO арнасын сәтті бөлу үшін арна H-матрицасы талапқа сай толтырылуы керек.



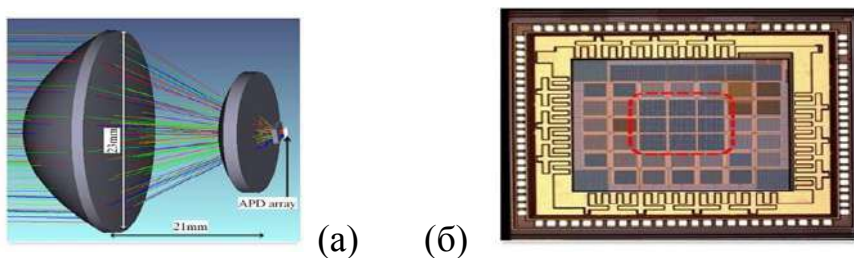
2 сурет - а) MIMO құрылғысының μ LED массивінің кескіндері. Әдеттегі μ LED элементінің жоғары үлкейтетін кескіні және б) таратқыштың оптикалық жүйесінің диаграммасы енгізілген.

Бұл жағдайда таратқыштың оптикасы 7,5 градус (жалпы) дивергенция бұрышын қамтамасыз етуге арналған, ал қабылдағыш оптикасы (3(a) сурет) 3 градустық FOV (жалпы) қамтамасыз етеді. Таратқыш пен қабылдағыш оптикасының қолайлы жүйесі бар. коммерциялық қолжетімді линзалар арқылы әзірленген және сәулелік бақылау бағдарламалық құралымен оңтайландырылған.

Қабылдағыштың көру өрісі қабылдағыш массивіндегі детекторлардың санымен шектеледі, ол келесі бөлімде сипатталады.

Қабылдағыш арнайы әзірленген 0,18 мкм қосымша металл оксиді жартылай өткізгішінен (CMOS) көшкін фотодиодынан (APD) тұрады, әрбір детекторға енгізілген трансимпеданс күшейткіші (TIA) бар.

Әрқайсысының өлшемі 200×200 мкм² болатын 3×3 APD массиві 240 мкм (см) қадаммен орындалды күріш. 3(b).



3 сурет - а) Қабылдағыштың оптикалық жүйесінің диаграммасы және б) APD массивінің кескіні, 9 APD қызыл шаршымен белгіленген.

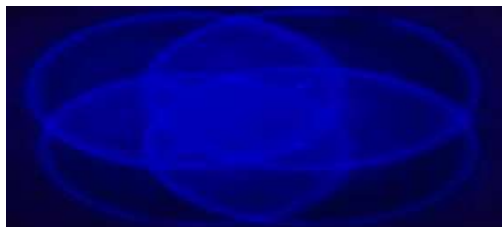
Бұл құрылғылар 450 нм толқын ұзындығында жарықтандырылған кезде 12,75 В кері ығысу кезінде 2,61 А/Вт сезімталдыққа ие. APD таңдалды, себебі олардың PIN-PD-ге қарағанда сезімталдығы жоғары.

Ақырында, жіберілген сигналдар MIMO декодтау алгоритмін және жабық цикл эквалайзерін (DFE) қолданғаннан кейін бағаланады.

Тәжірибелер қабылдағыштағы сигнал-шуылдың максималды қатынасын (SNR) алу үшін теңестірілген таратқыш пен қабылдағыштан 1 м қашықтықта жүргізілді. Төрт параллельді MIMO арналары қарастырылады, сондықтан төрт бұрыштық μ LED массивтері пайдаланылады. μ LED сызықты LIV жауап режимінде жұмыс істейтініне көз жеткізу үшін μ LED шамдары 35 мА орташа

токпен қозғалды. Орташа оптикалық қуаты 0,5 мВт болатын бір пикселді қоспағанда, осы қиғаш токта өлшенген орташа шығыс оптикалық қуат 1,5 мВт құрайды.

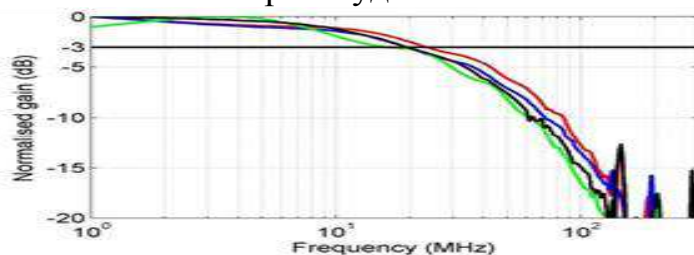
Суретте. 4-суретте шеткі бұрыштарда орналасқан төрт μ LED бір мезгілде іске қосылған 1 м қашықтықта оптикалық жарықтандырудың кескіні көрсетілген. Әрбір шеңбер μ LED оптикалық қарқындылық профиліне сәйкес келеді. Бұл жарық профилі симуляцияланған сәулелік бақылау профиліне тығыз сәйкес келеді.



4 сурет - Таратқыштан 1 м қашықтықтағы оптикалық жарықтандырудың суреті.

MIMO жүйесі барлық төрт MIMO арнасы қабаттасатын орталық аймақта ғана жұмыс істей алатынын ескеріңіз. Сыртқы аймақтарда барлық төрт арнаның сигнал күші төрт арнадан алынған деректерді сәтті декодтау үшін жеткіліксіз. Жарық фотодетекторларға симметриялы түрде түскенде өнімділіктің қатты төмендеуін тудыратын кәдімгі $N \times N$ MIMO жүйесінен айырмашылығы, мұқият қарастырылған өлшемдер мен 4×9 MIMO құрылымының арқасында мұнда ұсынылған дизайн симметрия мәселесінен іс жүзінде босатылғанын ескеріңіз.

Төрт арна үшін жүйенің өлшенген жиілік жауаптары күріш. 5. Жүйенің өткізу қабілеті 18-22 МГц диапазонында. Өткізу қабілеті негізінен оңтайландырылмаған APD массивіне байланысты шектелген, оның өткізу қабілеті 22 МГц-тен аз. Қолжетімді таратқыш өткізу қабілеттілігін толық пайдалану үшін қазіргі уақытта таратқыш өткізу қабілеттілігіне сәйкес келетін модификацияланған APD зерттелуде.



5 сурет - MIMO арналарының өлшенген электроэлектрлік жиілік жауаптары

Қосу-өшіру (OOK) модуляция схемасын қолдану арқылы MIMO жүйесінің өнімділігі бағаланды. Matlab® бағдарламасында төрт тәуелсіз 1013-1 ұзындығы PRBS жасалды және төрт MIMO арнасын басқаратын екі сигнал генераторына (Agilent 81150A) жүктелді. Төрт APD-дан алынған сигналдар осциллографтың (MSO7104B) көмегімен жазылды, содан кейін сигналды одан әрі өңдеу желіден тыс орындалды. Қабылдағыштағы жүйенің

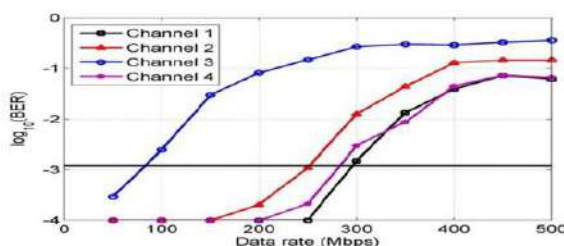
өткізу қабілеті шектеулі болғандықтан, 12 кідіріс сызығы (TDL) және 2 тұйық цикл TDL бар ішінара шешімнің кері байланысының әртүрлілігін теңестіру құралы (DFE) қабылданды.

Алынған екілік деректер бит қателік жылдамдығын (BER) бағалау үшін жіберілген деректермен салыстырылады.

Таратқыш пен қабылдағыш модулінің тамаша туралануы бар MIMO бейнелеу жүйесінің өлшенген арнасының H-матрицасы I кестеде берілген, мұнда TX_i және RX_j таратқыш пен қабылдағыш элементтерін білдіреді. Арнаның максималды күшеюі 0 дБ дейін қалыпқа келтірілген.

Кескін қабылдағыштың арқасында арналар арасындағы оптикалық байланыс өте төмен, -14дБ төмен (яғни, электрлік айқас -28дБ төмен) екенін көруге болады. MIMO арналарын декодтау үшін әртүрлі декодтау алгоритмдерін қолдануға болады, соның ішінде минималды орташа квадратты бағалау (MMSE), нөлдік мәжбүрлеу (ZF) және Bell зертханаларының тік кеңістік-уақыт қабаты (V-BLAST). Дегенмен, өзара сөйлесудің төмен деңгейіне байланысты, деректерді осы алгоритмдерді қолданбай-ақ қалпына келтіруге болады.

MIMO бейнелеу жүйесінің төрт арнасы үшін BER-мен салыстырғанда деректер жылдамдығы 6-суретте көрсетілген. Қабылданған сигнал DFE көмегімен адаптивті түрде теңестірілетінін ескеріңіз. 200 OOK битіне сәйкес келетін алғашқы 400 үлгі эквалайзерді үйрету үшін пайдаланылады, ал қалған деректер BER бағалау үшін пайдаланылады. Алдын ала қатені түзету (FEC) шегінен $1,2 \times 10^{-3}$ асатын қол жеткізуге болатын деректер жылдамдығы 920 Мбит/с жиынтық деректер жылдамдығы үшін 1-4 арналар үшін тиісінше 300, 285, 85 және 250 Мбит/с құрайды. 3-арнаның төмен деректер жылдамдығы төмен берілетін оптикалық қуатпен байланысты. 3-арнаның тасымалданатын оптикалық қуаты басқа арналарға қарағанда ~2,5 есе аз (бұл I кестедегі H-матрица арнасында да көрсетілген). Бұл құрылғыларды өндіру процесіндегі ақауға байланысты. Нәтижесінде көрші μ LED шамдарына айтарлықтай ағып кету тогы болды, нәтижесінде тиімділік төмен болды. Бұл мәселе шешілуде және μ LED жаңа буыны өткізу қабілеттілігі мен оптикалық қуат бойынша біркелкі өнімділікке ие болады деп күтілуде. Осыған қарамастан, бұл жұмыс MIMO кескіндеу жүйесі жақын орналасқан μ LED және біріктірілген құрамдас бөліктерді пайдалану арқылы мүмкін болатынын көрсетеді.



6 сурет - MIMO арналары үшін BER-мен салыстырғанда деректер жылдамдығы.

Қорытынды. Бұл құжат жақын орналасқан μ LED және біріктірілген CMOS негізіндегі қабылдағышты пайдаланатын біріктірілген MIMO жүйесінің сәтті көрсетілімі туралы хабарлайды. ~920 Мбит/с жиынтық деректер жылдамдығы ООК модуляция схемасы арқылы көрсетілді. Жоғары жылдамдықтар күрделірек модуляция схемаларын қолдануы мүмкін және интеграцияланған тәсіл деректер жылдамдығын бір мезгілде жақсарту арқылы жүйелерге көптеген параллельді арналарды пайдалана отырып масштабтауға мүмкіндік береді.

Болашақ жұмыс μ LED ішіндегі ток ағып кету мәселесін шешуді қамтиды және қазірдің өзінде жүріп жатыр. APD массивінің екінші буыны да жүздеген МГц өткізу қабілеттілігіне ие болады деп күтілуде. Өткізу қабілеті жоғары APD және екінші буын μ LED-лер арқылы әлдеқайда жоғары деректер жылдамдығы мүмкін болады.

Әрі қарайғы сынақтар өнімділікті оңтайландыру үшін қамтуды және әртүрлі MIMO алгоритмдерін пайдалануды бағалайды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. М. Хоа Ле, Д. О'Брайен, Г. Фолкнер, З. Любин, Л. Кёнву, Дж. Daekwang, О. YunJe и W. Eun Tae, «Связь в видимом свете NRZ со скоростью 100 Мбит / с с использованием белого светодиода с посткоррекцией», IEEE Photonics Technology Letters, vol. 21, стр. 1063-1065, 2009.

2. JJD McKendry, D. Massoubre, S. Zhang, BR Rae, RP Green, Е. Гу, Р. К. Хендерсон, А. Е. Келли и М. Д. Доусон, «Связь в видимом свете с использованием массива микросветодиодов, управляемого КМОП», Journal of Lightwave Technology, vol. 30, стр. 61-67, 2012

3. Д. Цонев, Х. Чун, С. Раджбхандари, Дж. Маккендри, С. Видев, Э. Гу, М. Хаджи, С. Уотсон, А. Келли, Г. Фолкнер, М. Доусон, Х. Хаас и Д. О'Брайен, «Беспроводная линия VLC на основе OFDM с одним светодиодом со скоростью 3 Гбит / с с использованием μ LED из нитрида галлия», IEEE Photonics Technology Letters, vol. 26, стр. 637-640, 2014.

4. А. Бертон, М. Хоа Ле, З. Гассемлой, Э. Бентли и К. Ботелла, «Экспериментальная демонстрация связи в видимом свете со скоростью 50 Мбит/с с использованием MIMO 4 на 4», Photonics Technology Letters, IEEE, об. 26, стр. 945-948, 2014.

5. АН Azhar, ТА Tran и D. O'Brien, «Беспроводная передача Gigabit/s в помещении с использованием связи видимого света MIMO-OFDM». IEEE Photonics Technology Letters, том. 25, стр. 171-174, 2013.

ӘӨЖ 37.02

Жарылғасова Д., Маркс І., Урдабаева Н. (4 курс студенті, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті), Құлмағамбетова Ж.Қ. (т.ғ.к., Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті)

АҒЫЛШЫН ТІЛІН ОҚЫТУ БАРЫСЫНДА ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІ ҚОЛДАНУДЫҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ МЕН КЕМШІЛІКТЕРІ

***Андатпа.** Жасанды интеллект елемеуге болмайтын артықшылықтар ұсына отырып, оқытудың жаңа көкжиектерін ашады. Негізгі артықшылықтардың бірі – оқушының танымдық қызығушылықтарын дамыту. Жасанды интеллектпен жұмыс істейтін бейімделген оқыту платформалары сияқты заманауи технологиялар оқу тәжірибесін әр оқушының ерекше қажеттіліктері мен даму қарқынына сәйкестендіру арқылы білім беруде төңкеріс жасау мүмкіндігіне ие. Бұл мақалада біз білім беру саласында жасанды интеллектті қолданудың мүмкіндіктері мен шектеулерін, сонымен қатар оларды оқытуда қолдана алатын жолдарын қарастырамыз.*

***Түйін сөздер:** жасанды интеллект, цифрлық технология, бағдарламалық-аппараттық кешен, геймификация, дағдыларды дамыту, интеграция, тенденция.*

Бүгінде жасанды интеллект білім беру жүйесіне еніп, оқытушыларға көмекші ғана емес, тіпті олардың орнын басатын деңгейге жетіп келеді. Заманауи білім беру жүйесі цифрлық дәуірдің сын-қатерлеріне бейімделуге ұмтылады. Технологияның қарқынды дамуымен жасанды интеллект оқыту сапасын арттырудың маңызды құралына айналууда. Халықаралық қарым-қатынас тілі ретінде қызмет ететін ағылшын тілін оқытуда жасанды интеллект алгоритмдеріне негізделген бағдарламалар білім алушылардың мүмкіндіктерін кеңейтіп қана қоймай, оқу үдерісін оңтайландыра алады.

Жасанды интеллект – адамның интеллектісін қажет ететін тапсырмаларды орындауға қабілетті машиналар мен бағдарламаларды жасау мен қолдануды зерттейтін ғылым мен техника саласы. «Жасанды интеллект» терминіне берілген әртүрлі анықтамаларды қамтиды. Бастапқыда жасанды интеллект құру идеясы ағылшын математигі Алан Тьюрингке тиесілі болды. Автор «Есептеу техникасы және интеллект» атты еңбегінде келесідей сұрақтарға жауап іздейді: «Компьютерлер ойлай ала ма және қандай жағдайда машиналар адам дамуының деңгейіне жете алады?». Осы сұрақтарды зерттеу үшін ғалымдар кейінірек «Тьюринг сынағы» деген атқа ие болған тест әзірлейді [1]. Тесттің мәні келесідей болды: сарапшы компьютермен және адаммен де бір уақытта өзара әрекеттесіп, алған жауаптары негізінде олардың қайсысы, адам немесе компьютер, сұрақтарға жауап бергенін анықтауға тырысты. Тьюринг тест нәтижелерін талдау барысында, егер компьютер адаммен салыстыруға болатын интеллект деңгейіне қол жеткізе алса, бұл оның (жасанды) интеллектінің бар екенін көрсетеді деген қорытындыға келуге мүмкіндік береді. «Жасанды интеллект» ұғымы негізінен ең алғашында информатика саласында дамыды. Мұнда әлі

де көптеген әртүрлі анықтамаларды табуға болады. Мысалы, бұл терминге келесідей анықтамалар берілген: «есептеу құрылғыларының көмегімен адамның интеллектуалдық және сенсорлық қабілеттерін модельдеумен айналысатын информатика саласына қатысты қолданылады»; «компьютерлерді (соның ішінде ақпаратты қабылдау, пайымдау элементтері және т.б.) пайдалана отырып, адамның жеке интеллектуалдық әрекеттерін модельдеу және жаңғырту әдістері мен құралдарын әзірлейтін информатика саласы»; «Адам интеллектінің жеке функцияларын орындай алатын бағдарламалық-аппараттық кешеннің функцияларының жиынтығы немесе белгілі бір жағдайларда адамның интеллектуалды әрекетін алмастыруға қабілетті құралдарды жасау әдістерін зерттейтін ғылым саласы» [2]. Қолда бар мәліметтер мен осыған ұқсас анықтамаларға сүйене отырып, көптеген оқытушылар мен әдіскерлер әртүрлі оқу пәндерін оқытудың ерекшеліктерін ескеретін нақты анықтамаларды тұжырымдады.

Осы және басқа да анықтамаларды талдау мынадай қорытындылар жасауға мүмкіндік береді. Біріншіден, қазіргі кезеңде жасанды интеллект информатикаға негізделген және математика, биология, когнитивтік ғылым, лингвистика және басқа салалардағы білімді біріктіретін жаңа, пәнаралық сала болып табылады. Екіншіден, практикалық тұрғыдан алғанда, жасанды интеллект – бұл тілді/сөзді түсіну және қайта жаңғырту, ойлау және логикалық талдау, аргументтерді тұжырымдау, әртүрлі интеграцияланған міндеттерді шешу және өзін-өзі үйрену қабілеті сияқты адами қабілеті бар бағдарламалық жүйелер, қосымшалар немесе алгоритмдер. Жоғарыдағы анықтамаларды тұжырымдай отырып, біз келесідей анықтама береміз: білім берудегі жасанды интеллект – бұл компьютерге үлкен көлемдегі деректерді жинауға және талдауға, бағдарламаларды модельдеуге, білім алушылардың жеке қажеттіліктерін ескере отырып, әртүрлі пәндер бойынша оқыту әдістемелерін әзірлеуге мүмкіндік беретін қазіргі заманғы технология.

Цифрлық технологияларды қолданудың ыңғайлылығы мен икемділігі көптеген оқытушылардың назарын өзіне тартады. Себебі, олар білім алушыларды пәнге толықтай қызығып, ену мүмкіндігін ұсынады. Сабақты түсіндіру, көрсету, тактаға сурет салу немесе диаграммалар мен иллюстрациялар пайдалану мүмкін болғанымен, виртуалды шындық технологиясы ұсынатын әсерге жету қиын.

Цифрлық технологиялар білім берудің дәстүрлі моделін түбегейлі өзгертуде. Біріншіден, интерактивті әрі қызықты сабақтардың арқасында білім алушылар сабақ барысында зейінін жоғалтпайды. Екіншіден, жасанды интеллект оқу үдерісін жекелендіріп, бейімдеуге мүмкіндік береді, ал мұны дәстүрлі сынып жағдайында іске асыру қиын. Үшіншіден, үлгерімді бағалаудың цифрлық жүйесі оқытушыға оқу барысын тез түзетуге көмектеседі. Сонымен қатар, жасанды интеллект білім алушының білім деңгейін бағалап, бастапқы кезеңде ең тиімді оқыту әдісін таңдауға мүмкіндік береді.

Дәстүрлі сабақтарға қарағанда, жасанды интеллект қолданылатын білім беру үдерісі әлдеқайда қызықты және өнімді. Қағаздағы ұзақ жазбалар мен

мәтіндердің орнына ақпарат интерактивті түрде ұсынылады. Жасанды интеллектпен оқыту ешқашан зеріктірмейді, себебі әрекеттердің үнемі өзгеріп отыруы зейіннің бөлініп кетуіне жол бермей, оқу материалына толығымен назар аударуға жағдай жасайды.

Мектепте білім беруде Duolingo, Grammarly, Rosetta Stone және LingQ сияқты білім беру бағдарламалары белсенді іске асырылуда. Олар білім алушыларға оқытудың жеке жолдарын, жедел кері байланысты және оқу, жазу, тыңдау және сөйлеу дағдыларын дамытуға бағытталған интерактивті жаттығуларды ұсынады.

Білім беру бағдарламаларында жасанды интеллектті пайдаланудың артықшылықтары:

1) Оқытуды дараландыру

Оқытуды дараландыру – ағылшын тілін оқыту кезінде жасанды интеллект бағдарламаларын пайдаланудың басты артықшылықтарының бірі. Duolingo сияқты платформалар білім алушылардың жетістіктеріне байланысты тапсырмалардың күрделілік деңгейін түзететін алгоритмдерді пайдаланады. Бұл күшті және әлсіз білім алушылар арасындағы алшақтықты қысқартып, оқу үдерісін анағұрлым тиімді етеді. Мысалы, жасанды интеллект платформаларымен жұмыс істейтін білім алушылар дәстүрлі оқыту әдістерімен салыстырғанда үлгерімнің айтарлықтай өсуін көрсетеді. Бұл жасанды интеллекттің бейімделу алгоритмдерінің білім алушылардың білім деңгейіне сәйкес келетін міндеттерді ұсынуымен байланысты. Ол стрессті төмендетеді және уәждемені арттырады.

2) Жедел кері байланыс

Жасанды интеллект бағдарламалары білім алушыларға қателерді тез анықтауға және түзетуге көмектесетін жедел кері байланыс ұсынады. Мысалы, Grammarly мәтіннің грамматикасын, стилін және орфографиясын талдайды, жазбаша материалды жақсарту жөнінде ұсыныстар береді. Бұл әсіресе білім алушылардың жазбаша дағдыларын дамыту үшін пайдалы, өйткені оларды дәстүрлі түрде тексеру көп уақытты қажет етеді. Платформаны пайдалану жазба тапсырмаларының дәлдігін 30%-ға арттырады, бұл мектеп ортасындағы эксперименттік зерттеулермен расталған. Білім алушылар өздерінің қателерін нақты уақыт режимінде көре алады. Осының нәтижесі олардың білімдерін тез түзетуге және нығайтуға көмектеседі.

3) Интерактивтілік және геймификация

Оқу үдерісінде ойын элементтерін қолдану білім алушылардың мотивациясын арттыруға көмектеседі. Duolingo сияқты платформалар марапаттарды, деңгейлер мен күнделікті тапсырмаларды қоса алғанда, ойын механикасын пайдаланады. Бұл тілді үйрену үдерісін қызықты етеді және білім алушыларды тұрақты түрде іс-әрекеттерге қатысуға ынталандырады. В.И. Безмянцева ағылшын тілін үйренудегі геймификация ұғымын «геймерлер» ойындармен сезінетін өзара іс-қимыл түрі ретінде анықтайды, ол білім беру контекстінде оқытуға жәрдемдесуге және оқушылардың мінез-құлқына әсер етуге бағытталған [3]. М.В. Василиженко, Е.А. Короткова және

В.С. Мухаркинаньң зерттеулеріне сәйкес, шет тілдерін үйренудегі геймификация студенттердің қызығушылығын, өзара іс-қимылын және әртүрлі бейресми қарым-қатынас нысандары арқылы командалық жұмысты арттыру құралы болып табылады [4].

Алайда мұндай технологиялардың интеграциясы көптеген артықшылықтармен қатар, жүйелі талдау мен шешімдерді талап ететін бірқатар қиындықтармен қатар жүреді. Мысалы, оқу үдерісінде чат-боттарды пайдаланудың басты кемшілігі академиялық алаяқтық қаупі болып табылады. Н.Г. Кондрахина «Жасанды интеллектті шамадан тыс және жосықсыз пайдалану білім алушылардың ақпаратты өз бетінше жазу және сын тұрғысынан түсіну дағдыларын әлсіретеді, шығармашылық ойлаудың түпнұсқалылығын басады, оның үстіне сұратылған ақпарат та, берілген тақырып бойынша талап етілетін көлем мен құрылымдардың бірегей жазбаша жұмысы да чат-бот арқылы іс жүзінде бірден жасалады» деп санайды [5]. Жасанды интеллекттің пайда болуына байланысты эссе жазуға, мәтінді қазақ тілінен ағылшын тіліне және керісінше аударуға және жаңа лексиканы пайдалана отырып диалог жасауға үй тапсырмасын беру дұрыс емес сияқты, өйткені мұндай туындыларды бағалау әділ бола бермейді. Үйде және сыныпта жазылған эсселердің салыстырмалы талдауы көрсеткендей, үйде орындалған жазба жұмыстарының тіл деңгейі неғұрлым жоғары және оқытушының бақылауымен жазылғандарға қарағанда қателіктер едәуір аз. Жасанды интеллектті жазба жұмыстарына дайындау, ауызша түсініктемелер үшін идеялар шығару, білім алушы кейін есіндегісін ауызша көрсетуге дайын болатын диалогтар құру үшін пайдалануға болады. Жасанды интеллекттің басқа кемшіліктеріне психологиялық фактор – адамда эмпатия мен эмоциялардың жоқтығын жатқызуға болады. Нейрожелі қателерді түзетіп, оларға түсініктеме бере алады, бірақ ол ауызша емес сигналдарды бере алмайды және интонация, көзқарас және қимылмен көрсетілген ішінара бағалауға (көтермелеу, мақұлдау) қабілетсіз. Сөйлесу тәжірибесі мен сөйлесу дағдыларын дамытуға келетін болсақ, чат-боттардың да кейбір шектеулері бар. Мысалы, ChatGPT өздігінен сөйлесуге қабілетсіз, қарым-қатынас тек алдын ала дайындалған сценарий бойынша ғана мүмкін болады. Кейде бұл жалпы немесе қайталанатын жауаптар береді. Мұны пайдалану білім алушы үшін қызықты емес болуы мүмкін. Білім алушылар әңгіменің мәнмәтінін дұрыс түсінбеуі мүмкін, мұндай жағдайлар шатасуға және қарым-қатынастың бұзылуына әкеледі. Бұл өз кезегінде білім алушылардың уәждемесінің төмендеуін тудырады.

Жасанды интеллектті қолдану – жай ғана тенденция емес, бұл білім алушылардың әлеуетін толық ашуға, оқу тиімділігін арттыруға, оларды тез өзгертін әлемге дайындауға мүмкіндік беретін стратегия. Сонымен қатар, оқытушының оқу материалдарын таңдауға жұмсайтын уақытын қысқартады, осының нәтижесінде жаңа және шығармашылық нәрсені дамытуға көбірек уақыт бөлуге мүмкіндік береді. Дегенмен, нейрондық желінің нәтижесі мінсіз емес екенін және талдау мен түзетулерді қажет ететінін есте ұстаған жөн.

Заманауи технологиялар мен оқыту дағдыларын ұштастыру ағылшын тілінен қызықты және тиімді етудің кілті болып табылады.

Жасанды интеллектті қолдана отырып, білім беру бағдарламаларын интеграциялау оқыту сапасын жақсарту үшін үлкен әлеуетке ие. Жасанды интеллектке негізделген бағдарламалар материалды әр білім алушының қажеттіліктеріне бейімдей алады, жеке кері байланыс береді және өз бетінше оқуды ынталандырады. Алайда, осы технологияларды сәтті енгізу үшін техникалық қолдау, оқытушыларды даярлау, ұйымдастырушылық мәселелерді шешу қажет. Тиісті интеграция жағдайында жасанды интеллект мектепте ағылшын тілін үйрену үдерісін едәуір жақсартатын қуатты құралға айналуы мүмкін. Сонымен қатар, жасанды интеллект оқытушыларға көп уақытты қажет ететін немесе қайталанатын тапсырмаларды орындауға көмектеседі. Күнделікті бағалауды, білім алушылардың үлгерімін бақылауды және әкімшілік тапсырмаларды жасанды интеллект арқылы автоматтандыруға болады, бұл оқытушыларға білім алушыларды жекелендірілген қолдау және сыныптағы терең пікірталастар сияқты оқытудың неғұрлым тиімді аспектілеріне назар аударуға құнды уақытты босатады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Захарова И.Г. Білім берудегі ақпараттық технологиялар: жоғары оқу орындарының студенттеріне арналған оқулық, Мәскеу: "Академия" баспа орталығы, 2010 ж. – б.192.
- 2 Морозов К.А. Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар және оларды педагогикалық қызметте қолдану // Тұлға, отбасы және қоғам: педагогика және психология мәселелері: XXX Халықаралық Ғылыми-Практикалық Конференция материалдары бойынша мақалалар жинағы, Новосибирск, Сибак. – 2013. – б.186.
- 3 Воевода Е.В Шет тілдерін оқытудағы интернет-технологиялар // Ресейдегі Жоғары білім. 2009. № 9. - 110-114 беттер.
- 4 Семенова Д.К. Шет тілін оқытуда веб-сайттарды пайдалану ерекшеліктері // Санкт-Петербург Мемлекеттік Политехникалық Университетінің Ғылыми-Техникалық Хабаршысы. Гуманитарлық және әлеуметтік ғылымдар. 2012. № 148. – 68-71 беттер.
- 5 Лесникова Е.С. Шет тілдерін оқыту процесінде ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың интеграциясы // КемГУ Хабаршысы. 2012. № 4. – 266-270 беттер.

УДК 005.32:159.9

Жексенов Е. Д. (25-ММИ-2з, ВКТУ), Баталова М.Е. (24-ДАУ-3а, ВКТУ),
Алибеккызы К. (PhD, ВКТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ МАЛОГАБАРИТНОЙ СИСТЕМЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ЗАРАЖЕНИЯ В МЕСТАХ УСТАНОВКИ ИМПЛАНТАНТЫ

Аннотация. В данной работе рассматривается разработка малогабаритной системы отслеживания заражения в местах проведения операций. Основой концепта является «карточка» – тонкий пластичный корпус из биоусваиваемого материала, на который крепятся NFC-модуль и два датчика: один измеряет температуру, другой – кислотность. Развитие медицинских технологий требует создания новых методов мониторинга состояния пациента, особенно в послеоперационный период. Одной из актуальных проблем является своевременное выявление инфекционных процессов в области хирургического вмешательства. Традиционные методы контроля требуют периодических осмотров врачом или использования сложных электронных систем, что не всегда удобно и доступно.

Ключевые слова: мониторинг, заражение, NFC, датчики, биоусваиваемые материалы.

В данной работе предлагается концепция малогабаритной системы мониторинга заражения, основанной на применении тонкой биоусваиваемой «карточки» с интегрированными датчиками температуры и кислотности. Эти параметры являются ключевыми индикаторами воспалительных процессов. Инновационное решение заключается в использовании NFC-модуля, который не требует внешнего источника питания и позволяет мгновенно передавать данные при сканировании смартфоном. Эти параметры позволяют оперативно выявлять признаки заражения. NFC-модуль сохраняет и передает данные на мобильное приложение, где осуществляется их анализ. Основные преимущества системы – низкая стоимость, компактность, отсутствие энергоносителей и сложных элементов управления (микроконтроллеров и процессоров), что делает её доступной и удобной в использовании [1,2].

Основные преимущества предложенной системы включают её малые габариты, низкую стоимость и удобство использования. Отсутствие сложных электронных компонентов, таких как микроконтроллеры и процессоры, делает устройство простым в производстве и доступным для широкого применения. Внедрение такой технологии может значительно повысить эффективность послеоперационного наблюдения и снизить риск осложнений.

Теоретические основы. Функционирование предложенной системы базируется на нескольких ключевых технологиях: биосовместимых материалах, NFC-связи и энергонезависимых сенсорах.

Биосовместимые материалы, корпус устройства выполнен из биоусваиваемых полимеров, таких как полилактид (PLA) или полигидроксиалканоаты (PHA). Эти материалы обладают высокой

биосовместимостью и способны разлагаться в организме без токсичных побочных эффектов [2,3].

NFC-модуль в качестве передающего устройства используется энергонезависимый NFC-чип (например, NXP NTAG I²C или ST ST25DV). Он получает энергию от считывающего устройства (смартфона) и передает данные с датчиков.

Датчики температуры и кислотности. Температурный датчик на основе тонкопленочной технологии (например, Texas Instruments TMP117) позволяет с высокой точностью отслеживать изменения температуры в месте установки. Датчик кислотности основан на пленочных ISFET-структурах, обеспечивающих надежное измерение pH.

Система передачи данных. При поднесении смартфона с активированным NFC модулем, чип передает текущие значения температуры и кислотности, которые анализируются в мобильном приложении. Это позволяет мгновенно выявлять аномальные изменения и своевременно реагировать [4,5,6].

Принцип работы системы. Система функционирует по следующему принципу:

- Энергетическая автономность NFC-модуля. При отсутствии внешнего питания модуль остается в пассивном режиме. Когда смартфон подносится к системе, NFC-чип получает необходимую энергию для работы от электромагнитного поля.

- Сигналы от датчиков и их передача в NFC-чип. Датчики фиксируют текущие значения температуры и кислотности и передают их на NFC-чип через I²C или аналоговый интерфейс.

- Алгоритм передачи данных на смартфон. NFC-чип передает считанные данные на мобильное устройство, где они анализируются приложением. На основе заранее заданных пороговых значений система определяет, есть ли риск воспаления или инфекции.

Анализ существующих исследований

Механизмы заражения и их проявления в организме человека. Инфекционный процесс начинается с проникновения патогенных микроорганизмов (бактерий, вирусов, грибов или паразитов) в организм человека. После внедрения возбудители начинают размножаться, вызывая реакцию иммунной системы. Клинические проявления инфекционных заболеваний разнообразны, но основными признаками являются:

- Лихорадка – повышение температуры тела вследствие действия пирогенов, выделяемых микроорганизмами или иммунными клетками.

- Лейкоцитоз – увеличение числа лейкоцитов в крови как ответ на инфекцию.

- Местные воспалительные реакции – покраснение, отек, боль и нарушение функции пораженного участка.

На химическом уровне воспалительная реакция сопровождается высвобождением медиаторов воспаления, таких как интерлейкины, простагландины и гистамин. Основные процессы включают:

- Окислительный стресс
- Изменение кислотности:
- Выделение простагландинов, катализируемое ферментом

циклооксигеназой:

Эти процессы приводят к изменению локального pH, что может быть зафиксировано датчиками кислотности.

Физико-химические принципы работы датчиков. Датчики температуры

Современные датчики температуры работают на основе нескольких физических механизмов:

- Терморезисторы (RTD, Resistance Temperature Detector) – основаны на линейной зависимости электрического сопротивления металлов (например, платины) от температуры: где — сопротивление при опорной температуре , — температурный коэффициент сопротивления.
- Полупроводниковые термисторы (NTC, PTC) – обладают нелинейной экспоненциальной зависимостью сопротивления от температуры: где — коэффициент материала, — абсолютная температура.
- Термопары – основаны на термоэлектрическом эффекте Зеебека, индуцирующем ЭДС между двумя различными металлами при наличии градиента температур: где — коэффициент Зеебека, — разность температур.
- Датчики кислотности (pH)
- Контроль pH среды является важным параметром в диагностике воспалительных процессов. Основные принципы работы таких сенсоров:
 - Стеклые электродные датчики – используют чувствительную мембрану, реагирующую на концентрацию ионов водорода. Принцип работы описывается уравнением Нернста: где — стандартный электродный потенциал, — газовая постоянная, — постоянная Фарадея, — активность ионов водорода.
 - ИСФЭТ-датчики (Ion-Sensitive Field-Effect Transistor) – представляют собой полупроводниковые структуры, где варьирование концентрации ионов водорода изменяет электрический потенциал в чувствительном слое, регулируя проводимость канала полевого транзистора.
- *Критерии выбора датчиков для медицинских применений*
- Выбор датчиков для послеоперационного мониторинга основан на ряде параметров:
 - Миниатюризация – датчики должны иметь малые габариты для минимального вмешательства в биологическую среду.
 - Энергоэффективность – снижение энергопотребления важно для автономных устройств, использующих беспроводные технологии, такие как NFC.
 - Биосовместимость – материалы сенсоров должны исключать цитотоксичность и вызывать минимальный иммунный ответ.

– Точность и стабильность измерений – высокая чувствительность к малым изменениям температуры и pH позволяет своевременно детектировать патологические процессы.

Анализ компактных моделей датчиков. Датчики температуры.

– Texas Instruments TMP117 – высокоточный цифровой термодатчик (размер 2×2 мм, точность $\pm 0.1^\circ\text{C}$), применяемый в медицинских сенсорных системах.

– NTC-термисторы – компактные (1.5×1.5 мм), энергоэффективные, используются в биомедицинских имплантах и носимых устройствах.

– Датчики pH

– Mettler Toledo InLab – лабораторные pH-электроды (± 0.01 pH), подходящие для клинических анализов.

– ИСФЭТ-датчики – перспективное направление, обеспечивающее миниатюризацию и интеграцию с CMOS-электроникой для имплантируемых сенсоров.

Сравнительный анализ датчиков. Для выбора оптимальных датчиков температуры и кислотности был проведен сравнительный анализ различных моделей по параметрам точности, габаритов и стоимости. В таблице 1 представлены основные характеристики нескольких подходящих датчиков.

Таблица 1 – Характеристики датчиков

Модель датчика	Тип	Диапазон измерений	Точность	Габариты	Стоимость
Texas Instruments TMP117	Цифровой термистор	- 40...+125°C	$\pm 0.1^\circ\text{C}$	2×2 мм	\$3–5
NTC-термистор 10K	Аналоговый термистор	- 55...+125°C	$\pm 0.2^\circ\text{C}$	1.5×1.5 мм	\$0.5–2
Mettler Toledo InLab	Стеклянный электродный pH-датчик	0–14 pH	± 0.01 pH	5×5 мм	\$50–100
ИСФЭТ-датчик (Ion Sensitive FET)	Полупроводниковый pH-датчик	2–12 pH	± 0.05 pH	3×3 мм	\$10–20

Результаты моделирования и тестирования. На этапе моделирования системы была проверена работоспособность NFC-чипа и его взаимодействие с датчиками. Основные выводы:

– NFC-чип успешно передавал данные с датчиков при поднесении смартфона в радиус 2–5 см.

– Потребляемая мощность датчиков температуры и кислотности не превышала допустимых значений, что позволяло системе работать без дополнительных источников питания.

– Датчики температуры демонстрировали высокую точность измерений с минимальными отклонениями от эталонных значений.

– рН-датчики реагировали на изменения кислотности среды, передавая данные в смартфон с задержкой не более 2 секунд.

Проблемы и возможные решения Несмотря на положительные результаты тестирования, выявлены следующие потенциальные проблемы:

– Ограниченная дальность передачи NFC-сигнала – для улучшения передачи можно использовать антенны с усиленной чувствительностью.

– Чувствительность рН-датчиков к загрязнениям – возможно использование защитных мембран, предотвращающих засорение сенсорных поверхностей.

– Стоимость некоторых компонентов – можно заменить дорогие стеклянные рН-датчики на более дешевые ИСФЭТ-версии, сохранив достаточную точность измерений.

Выводы.

В ходе работы была разработана концепция малогабаритной системы мониторинга заражения в местах проведения операций. Исследование показало, что использование NFC-технологии в сочетании с компактными датчиками температуры и кислотности позволяет оперативно фиксировать ключевые параметры воспалительных процессов без необходимости в автономном источнике питания.

Сравнительный анализ показал, что наиболее подходящими для реализации системы являются цифровые термисторы и ИСФЭТ-датчики, обеспечивающие высокую точность при минимальных габаритах. Экспериментальные испытания подтвердили эффективность передачи данных через NFC-чип, однако выявили ограничения, такие как малая дальность связи и необходимость защиты рН-датчиков от загрязнений.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются оптимизация системы передачи данных, интеграция с облачными сервисами для анализа информации, а также разработка новых биосовместимых материалов для повышения долговечности сенсоров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vera Lab – исследование инфекционных процессов в организме человека.
2. MedicalExpo – датчики измерения температуры Honeywell в медицинских приложениях.
3. Mettler Toledo – рН-датчики серии InPro 3250 для биомедицинских приложений.
4. Texas Instruments – сенсор температуры TMP117.
5. NXP Semiconductors – NFC-чип NTAG I²C.
6. Mettler Toledo – компактные лабораторные рН-датчики.

UDC 004/03/

Zharkynbayeva D.M., Maratkyzy S. (24-ISK-1, EKTU), Musatayeva A.Y. (Master of Philological Sciences, lecturer, EKTU)

PROSPECTS AND TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

Annotation. *This article explores the prospects and current trends in artificial intelligence (AI) technologies. It examines recent advances in deep learning, natural language processing, and computer vision, highlighting their practical applications across various industries. The paper also discusses the ethical implications of AI development, its impact on employment, and the challenges associated with ensuring transparency and fairness. Special attention is given to future trends, such as explainable AI, edge computing, and the integration of AI with other emerging technologies. The article aims to provide a comprehensive analysis of how AI technologies are evolving and shaping the modern world.*

Keywords: *Artificial Intelligence, Deep Learning, Future Trends, Ethical Issues, AI Applications, Explainable AI, Edge Computing.*

Artificial intelligence (AI) is one of the most transformative technologies of the 21st century. It plays a crucial role in shaping modern industries, societies, and scientific research. AI encompasses various subfields, including machine learning, natural language processing (NLP), and computer vision. This article aims to analyze the current trends and future prospects of AI technologies, focusing on their practical applications, ethical considerations, and potential directions for further development. As AI continues to advance, understanding these aspects becomes essential for fostering innovation while maintaining ethical standards and societal well-being.

Deep learning is a pivotal area within AI that relies on artificial neural networks to simulate human-like learning processes. These networks are structured in layers, where each layer extracts specific features from the input data. The development of deep learning has been accelerated by the availability of large datasets, enhanced computational power, and improved algorithms. One of the most promising areas of deep learning is its application in healthcare. For instance, AI models can analyze medical images, identify anomalies, and assist radiologists in early diagnosis of diseases such as cancer or Alzheimer's [1, p.123]. In agriculture, deep learning enables the identification of crop diseases through image analysis, helping farmers optimize yields and reduce pesticide use. Another emerging field is financial technology (FinTech), where deep learning algorithms are used for fraud detection, credit risk assessment, and personalized financial planning. These practical applications demonstrate the far-reaching potential of deep learning to transform industries and improve human life.

A significant breakthrough in deep learning is the emergence of transformer models, such as BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) and GPT (Generative Pre-trained Transformer). These models have revolutionized natural language understanding and content generation by capturing contextual

relationships within the data [2, p.256]. Their applications extend to machine translation, sentiment analysis, and content summarization. Moreover, the ability to fine-tune pre-trained models for specific tasks reduces computational costs and training time, allowing businesses to adopt AI more efficiently.

Speech recognition is another area benefiting from deep learning advancements. Recurrent neural networks (RNNs) and their improved versions, such as long short-term memory (LSTM) networks, excel in processing sequential data like speech. This has enabled the development of virtual assistants (e.g., Siri, Alexa) that can understand and respond to human speech with high accuracy. These systems are now integrated into smart home devices, allowing users to control appliances, retrieve information, and perform tasks through voice commands, making technology more accessible [4, p.198].

Despite these advancements, deep learning faces several challenges. One major issue is the "black box" nature of these models, making it difficult to interpret their decision-making processes. Researchers are working on explainable AI (XAI) approaches to address this concern, ensuring transparency and trust in AI systems [5, p.33]. Additionally, the computational resources required for training deep learning models remain substantial, prompting efforts to optimize efficiency and reduce energy consumption. Another concern is data dependency—AI models require massive datasets, which may raise privacy concerns and biases if the data is not diverse and representative.

Future research in deep learning focuses on developing more interpretable models, enhancing transfer learning techniques, and integrating multi-modal data sources. Transfer learning, where a model pre-trained on a large dataset is fine-tuned for a specific task, allows for faster training and improved performance [6, p.112]. As AI continues to evolve, deep learning is expected to drive innovations in personalized medicine, smart cities, and automated decision-making systems. For example, in personalized medicine, AI models can analyze patient data to suggest tailored treatment plans, improving healthcare outcomes. Additionally, AI's integration with quantum computing holds promise for accelerating complex tasks, such as drug discovery. Quantum computing can process large-scale simulations that are impossible for classical computers, enabling researchers to model molecular interactions and develop new medications more efficiently [7, p.76].

Natural language processing (NLP) focuses on enabling machines to interpret and generate human language. Recent advancements in this field have led to improved virtual assistants, real-time translation systems, and sophisticated chatbots. Transformer-based models have significantly enhanced machine comprehension and contextual awareness [8, p.150]. For example, AI-powered translation services like Google Translate now provide real-time translations in multiple languages, facilitating cross-cultural communication. Additionally, chatbots equipped with advanced NLP can simulate human-like interactions, offering customer support, booking services, and even mental health counseling. Challenges in NLP include mitigating biases in language models and improving multilingual capabilities. For instance, language models often struggle with

dialects and low-resource languages, leading to gaps in accuracy. Future research aims to develop more transparent and unbiased language processing algorithms. AI-driven language models are also enhancing sentiment analysis, allowing companies to monitor customer feedback and improve services in real time. In education, NLP-based applications assist in language learning by providing personalized feedback and adapting to individual learning styles.

Computer vision technology allows machines to interpret visual data. Advances in convolutional neural networks (CNNs) have enhanced image classification, facial recognition, and object detection. AI-powered vision systems are widely used in autonomous vehicles, medical imaging, and security. Current research focuses on increasing real-time processing capabilities and improving accuracy in diverse environmental conditions [3, p.45]. Ethical concerns, such as privacy violations in facial recognition, remain critical topics for future consideration. Additionally, computer vision is being integrated into retail for inventory tracking and automated checkouts, improving customer experiences and operational efficiency. Another important application is in smart cities, where AI-powered computer vision systems are used for traffic management, public safety, and urban planning. For instance, intelligent traffic systems optimize the flow of vehicles, reducing congestion and improving transportation efficiency. AI also plays a role in environmental monitoring, where it analyzes visual data from satellite imagery to track deforestation, urban growth, and climate-related changes.

AI technologies raise profound ethical concerns, particularly regarding privacy, accountability, and fairness. Algorithmic bias is a significant issue, as training data often reflect societal inequalities, leading to discriminatory outcomes. For instance, biased algorithms in hiring processes can perpetuate discrimination, while facial recognition systems have shown lower accuracy rates for individuals from minority groups. Researchers are developing explainable AI (XAI) frameworks to increase transparency and trust. These frameworks aim to reveal how AI models make decisions, enabling better understanding and evaluation. Ethical considerations also extend to the military, where autonomous systems must adhere to international laws and minimize risks to human lives [9, p.439].

Another critical ethical concern is data privacy. AI systems rely on large datasets, often containing sensitive personal information. Unauthorized use or mishandling of this data can lead to privacy breaches and misuse. Implementing robust data governance policies and ensuring compliance with regulations such as the General Data Protection Regulation (GDPR) are essential for maintaining public trust. Addressing these issues requires collaboration between technologists, legal experts, and policymakers to establish frameworks that prioritize human rights and ethical considerations [10, p.21]. Another emerging ethical concern relates to the use of AI in environmental sustainability. AI-driven models can analyze complex climate data, identify patterns in weather systems, and predict areas at risk of natural disasters. These capabilities are vital for improving disaster preparedness, reducing environmental impact, and informing climate policy decisions.

Beyond privacy and bias, there are concerns about AI's influence on decision-making autonomy. As AI systems increasingly make decisions that affect people's lives—ranging from loan approvals to medical diagnoses—ensuring these decisions remain fair and understandable is vital. Moreover, the use of AI in law enforcement raises questions about surveillance, as automated systems may track and analyze public and private behaviors. This surveillance power must be balanced with individual rights to privacy and freedom.

In the workplace, ethical concerns emerge regarding labor displacement and worker surveillance. As AI automates repetitive tasks, industries face the challenge of balancing productivity with employee rights. Some companies use AI to monitor worker productivity, raising concerns about privacy and the psychological impact of constant surveillance. Ethical AI implementation requires establishing guidelines to ensure these technologies benefit both businesses and their employees.

AI also plays a crucial role in enhancing workplace safety. In hazardous environments, AI-powered robots and automated systems can perform dangerous tasks, reducing the risk to human workers. For example, in the construction and mining industries, AI is used to monitor equipment, detect unsafe conditions, and prevent accidents. Additionally, AI-driven analytics can predict machine failures, allowing for preventive maintenance and reducing operational downtime. These applications not only improve worker safety but also enhance overall efficiency.

Moreover, AI is transforming the agricultural sector by optimizing resource management and improving crop yields. Through precision agriculture, AI systems analyze satellite imagery, weather patterns, and soil data to inform planting schedules and irrigation strategies. This technology helps farmers minimize waste, increase productivity, and ensure sustainable practices. Drones powered by AI are also used for crop monitoring, pest detection, and targeted pesticide application, reducing environmental impact and enhancing food security.

In the realm of public health, AI contributes to early disease detection and outbreak prediction. AI models analyze vast datasets from medical records, social media, and environmental sensors to identify emerging health threats. For example, during the COVID-19 pandemic, AI was used to track virus mutations, model infection rates, and support vaccine development. In future public health crises, AI systems can provide real-time monitoring and assist policymakers in crafting effective responses.

In the field of education, AI provides personalized learning experiences by adapting to individual student needs. AI-driven platforms analyze student performance data and suggest customized lesson plans, enabling more effective teaching strategies. Furthermore, AI can automate administrative tasks, such as grading and scheduling, allowing educators to focus on instruction and student engagement. Future developments in AI education tools may include virtual tutors capable of offering real-time feedback and supporting remote learning environments.

AI is also transforming the legal industry by automating repetitive tasks, such as document review and legal research. Machine learning models can quickly

analyze vast amounts of legal documents, identify relevant case precedents, and assist lawyers in preparing arguments. This increases efficiency, reduces costs, and allows legal professionals to focus on complex analytical work. Future developments in AI legal systems could include predictive analytics to forecast case outcomes and personalized legal assistance for individuals.

In the energy sector, AI is driving innovations in energy management and sustainability. Machine learning algorithms optimize energy consumption by predicting demand patterns and adjusting power distribution in real time. Renewable energy systems, such as wind and solar, benefit from AI-driven forecasting models that improve energy output and reduce waste. As energy grids become more intelligent, AI will play a critical role in managing decentralized power sources and supporting the transition to sustainable energy systems.

In conclusion, Artificial Intelligence is a rapidly evolving field with far-reaching implications for society, the economy, and technological advancement. As AI continues to integrate into diverse industries, it offers both significant benefits and complex challenges. Future developments in AI are likely to focus on enhancing autonomous systems, advancing healthcare solutions, and fostering human-AI collaboration. However, addressing ethical concerns, ensuring transparency, and protecting privacy will remain critical for sustainable progress. A balanced approach that promotes innovation while safeguarding ethical and social values is essential for realizing the full potential of AI. Collaborative efforts across sectors will shape the future landscape of AI technologies and their impact on humanity.

REFERENCES

1. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
2. Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
3. Doshi-Velez, F., & Kim, B. (2017). Towards a Rigorous Science of Interpretable Machine Learning. arXiv:1702.08608.
4. Zhang, A., Lipton, Z. C., Li, M., & Smola, A. J. (2021). *Dive into Deep Learning*. Cambridge University Press.
5. Floridi, L., & Cowls, J. (2019). A Unified Framework of Five Principles for AI in Society. *Harvard Data Science Review*.
6. Chui, M., Manyika, J., & Miremadi, M. (2018). Notes from the AI frontier: Applications and value of deep learning. McKinsey Global Institute.
7. Vinuesa, R., et al. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nature Communications*, 11(1), 1-10.
8. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company.
9. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
10. European Commission. (2021). Proposal for a Regulation Laying Down Harmonized Rules on Artificial Intelligence (AI Act).

УДК 681.3

Закариянова Т.М. (23-МАУ-2т, ВКТУ), Кадыролдина А.Т. (PhD, ВКТУ)

**КОНТРОЛЬ СЛЕДОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ НА ОСНОВЕ
НАБЛЮДАТЕЛЯ ВОЗМУЩЕНИЙ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ
РОБОТИЗИРОВАННЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ**

Аннотация. Роботизированные манипуляторы представляют собой высоконелинейные и связанные динамические системы, которые могут подвергаться различным типам неизвестных возмущений, таким как трение в суставах и внешние полезные нагрузки на конечных эффекторах. Такие возмущения, если их не учитывать, вызывают плохую работу отслеживания робота и могут даже дестабилизировать систему управления роботом. В этой статье мы предлагаем нелинейную схему управления для роботизированных манипуляторов, подверженных возмущениям, используя концепцию управления на основе наблюдателя возмущений, модифицируя наблюдателей возмущений, предложенных в [1] и [2]. Предложенная схема управления и наблюдатель возмущений показывает асимптотическое положение и отслеживание возмущений и снимают предыдущие ограничения на количество степеней свободы (DOF), типы сочленений или конфигурацию манипулятора.

Ключевые слова: роботизированные манипуляторы, алгоритм управления, управление движением, отслеживание траектории, наблюдатель возмущений

Введение. Роботизированные манипуляторы часто подвергаются различным типам неизвестных возмущений, таких как трение в суставах и внешние полезные нагрузки на конечных эффекторах. Такие возмущения, если их не учитывать, имеют тенденцию ухудшать характеристики отслеживания робота и могут даже вызывать нестабильность системы управления. Подход к подавлению этих возмущений заключается в использовании наблюдателей возмущений. Идея такого подхода заключается в том, чтобы объединить все внутренние и внешние возмущения, действующие на манипулятор в один член возмущения, оценить сосредоточенный член с помощью наблюдателя возмущений, а затем ввести компенсацию прямой связи для его отмены. Из-за характера прямой связи этой компенсации наблюдатели возмущений могут привести к быстрому, хорошему отслеживанию траектории и плавным действиям управления без использования больших коэффициентов усиления обратной связи [3]. Из-за своей способности ослаблять возмущения наблюдатели возмущений нашли применение в различных областях, таких как независимое управление суставами [4], оценка и компенсация трения [5]. Значительная часть существующей литературы по проектированию наблюдателей возмущений использует линеаризованные модели или методы линейных систем. Чтобы преодолеть ограничения и недостатки линейных наблюдателей возмущений, учитывая крайне нелинейную и связанную динамику роботизированных манипуляторов, Чен и др. предложили нелинейный наблюдатель возмущений для определенного класса нелинейных роботизированных манипуляторов и

спроектировали его таким образом, чтобы не требовалось измерение ускорения [1]. Проблема проектирования была решена только для 2-звенного плоского манипулятора с вращательными сочленениями. Позднее Никубин и др. решили проблему проектирования наблюдателя возмущений для n -звенных плоскостных манипуляторов с вращательными сочленениями [2]. Хотя эти наблюдатели возмущений показывают многообещающие результаты с точки зрения оценки возмущений, область их применения ограничена плоскими, последовательными манипуляторами с вращательными сочленениями. Однако промышленные роботы, включая 6-степенные сочлененные роботизированные руки, такие как EPSON C3 и PUMA 560, являются неплоскими. Более того, некоторые промышленные манипуляторы, такие как манипуляторы SCARA, имеют призматические сочленения в дополнение к вращательным сочленениям. Более того, наблюдатели возмущений, предложенные в [1] и [2], нуждаются в знании максимальных скоростей сочленений робота. В дополнение к этим ограничениям с точки зрения конфигурации манипулятора, устойчивость замкнутого контура всей системы, включая наблюдателя возмущений и контроллер, еще не исследовалась. Это служит мотивацией для этой статьи, чтобы искать общий метод проектирования, который также гарантирует возмущение и отслеживание траектории замкнутой системы.

В этой статье мы предлагаем нелинейную схему управления на основе наблюдателя возмущений для общих роботизированных манипуляторов путем модификации наблюдателей возмущений, предложенных в [1] и [2]. В то время как наш предложенный закон управления и наблюдатель возмущений показывает асимптотическую траекторию и отслеживание возмущений, предыдущие ограничения на количество степеней свободы, типы сочленений или конфигурацию манипулятора снимаются.

Постановка задачи

Следующее уравнение описывает динамику жесткого манипулятора с n -степенями свободы [6]:

$$M(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q})\dot{q} + G(q) = \tau + \tau_d \quad (1)$$

где q, \dot{q} и \ddot{q} — векторы положений, скоростей и ускорений сочленений размером $n \times 1$. Здесь $M(q)$ — матрица инерции размером $n \times n$, $C(q, \dot{q})$ — матрица Кориолиса/центробежная размером $n \times n$, $G(q)$ — вектор гравитационных сил размером $n \times 1$, τ — вектор входных управляющих моментов размером $n \times 1$, а τ_d — вектор сосредоточенных возмущений размером $n \times 1$. Возмущение τ_d объединяет влияние моментов трения, внешних возмущений, таких как неизвестная полезная нагрузка конечного исполнительного органа, немоделированная динамика и т. д. Предполагая, что доступны измерения ускорения сочленений робота, в [1] был предложен следующий нелинейный наблюдатель возмущений для робота (1):

$$\Delta \hat{\tau}_d = -L\hat{\tau}_d + L\{M(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q})\dot{q} + G(q) - \tau\} \quad (2)$$

где L — матрица усиления наблюдателя. Определяя $\Delta \tau_d = \tau_d - \hat{\tau}_d$ как ошибку отслеживания возмущения и используя (1), имеем

$$\dot{\tau}_d = L\Delta\tau_d \quad (3)$$

Здесь мы предполагаем, что скорость изменения сосредоточенного возмущения пренебрежимо мала по сравнению с динамикой ошибки оценки, т. е. $\dot{\tau}_d \approx 0$. При этом предположении (3) становится

$$\Delta\dot{\tau}_d = -L\Delta\tau_d \quad (4)$$

Обратите внимание, что, несмотря на вышеизложенное предположение, моделирование покажет, что предлагаемый нелинейный наблюдатель возмущений также способен отслеживать довольно быстрые изменяющиеся во времени возмущения. Недостатком наблюдателя возмущений (2) является необходимость измерения ускорения. Точные акселерометры недоступны во многих робототехнических приложениях. Можно модифицировать наблюдателя возмущений, как в [1], таким образом, что измерение ускорения не потребуется. Для этой цели определим вспомогательную переменную

$$z = \hat{\tau}_d - p(q, \dot{q}) \quad (5)$$

где вектор $p(q, \dot{q})$ можно определить из матрицы усиления наблюдателя $L(q, \dot{q})$:

$$\frac{d}{dt}p(q, \dot{q}) = L(q, \dot{q})M(q)\ddot{q} \quad (6)$$

Таким образом, модифицированный наблюдатель возмущений, не требующий измерения ускорения, принимает следующий вид [1]:

$$\begin{aligned} \dot{z} &= -L(q, \dot{q})z + L(q, \dot{q})\{C(q, \dot{q})\dot{q} + G(q) - \tau - p(q, \dot{q})\} \\ \hat{\tau}_d &= z + p(q, \dot{q}) \end{aligned} \quad (7)$$

Опять же, предполагая медленно меняющиеся возмущения относительно динамики наблюдателя, динамика ошибки становится аналогичной (4):

$$\Delta\dot{\tau}_d = -L(q, \dot{q})\Delta\tau_d \quad (8)$$

ЗАКОН УПРАВЛЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫМИ ВОЗМУЩЕНИЯМИ, ОСНОВАННЫЙ НА НАБЛЮДАТЕЛЕ

Мы предлагаем следующий нелинейный закон управления для робота-манипулятора, описываемый уравнением (1):

$$\tau = M(q)[\ddot{q}_d + K_v\Delta\dot{q} + K_p\Delta q] + C(q, \dot{q})\dot{q} + G(q) - \hat{\tau}_d \quad (9)$$

где q_d , \dot{q}_d и \ddot{q}_d — желаемое положение, скорость и ускорение сочленений робота, $\Delta q = q_d - q$ и $\Delta\dot{q} = \dot{q}_d - \dot{q}$ ошибки отслеживания положения и скорости, а K_v и K_p — постоянные, симметричные и положительно определенные матрицы. Применение нелинейного закона управления на основе наблюдателя возмущений (9) к роботу, описанному (1), приводит к следующему уравнению замкнутого контура:

$$\Delta\ddot{q} + K_v\Delta\dot{q} + K_p\Delta q = M^{-1}(q)\Delta\tau_d \quad (10)$$

где $\Delta\tau_d = \tau_d - \hat{\tau}_d$

Теперь мы модифицируем наблюдателя возмущений из предыдущего раздела таким образом, чтобы достичь асимптотической траектории и отслеживания возмущений замкнутой системы, охватывающей робота,

контроллер и наблюдателя. Мы модифицируем наблюдателя возмущений в (7), включив в него следующий член:

$$M^{-1}(q)(\Delta \dot{q} + \gamma \Delta q), \gamma > 0$$

У нас будет

$$\begin{aligned} \dot{z} = & -L(q, \dot{q})z + L(q, \dot{q})C(q, \dot{q})\dot{q} + G(q) - \tau - p(q, \dot{q}) + M^{-1}(q)(\Delta \dot{q} \\ & + \gamma \Delta q) \\ \hat{\tau}_d = & z + p(q, \dot{q}) \end{aligned} \quad (11)$$

Предполагая медленно меняющиеся возмущения относительно динамики наблюдателя, динамика ошибок модифицированного наблюдателя возмущений в (11) становится

$$\Delta \dot{\tau}_d = -L(q, \dot{q})\Delta \tau_d - M^{-1}(q)(\Delta \dot{q} + \gamma \Delta q) \quad (12)$$

Теперь мы предлагаем следующую матрицу усиления наблюдателя возмущений:

$$L(q) = \alpha M^{-1}(q) \quad (13)$$

где α — произвольная положительная константа. Согласно (6), имеем

$$p(\dot{q}) = \alpha \dot{q} \quad (14)$$

Следующая теорема дает достаточные условия для асимптотической траектории и отслеживания возмущений робота (1) с использованием закона управления (9) и наблюдателя возмущений (11).

Теорема 1. Рассмотрим робот-манипулятор, подверженный возмущениям, описываемым динамическим уравнением (1). Наблюдатель возмущений имеет динамику, заданную в (11), где матрица усиления наблюдателя возмущений $L(q)$ задана в (13), а вспомогательный вектор наблюдателя возмущений $p(\dot{q})$ задан в (14). Закон управления (9) показывает глобальное асимптотическое возмущение и отслеживание траектории в общей замкнутой системе, если выполняются следующие условия:

1. K_v — постоянная симметричная и положительно определенная матрица, удовлетворяющая условию $K_v v > \gamma I$;

2. K_p — постоянная симметричная и положительно определенная матрица;

3. $\dot{\tau}_d \approx 0$, т.е. скорость изменения возмущения, действующего на манипулятор, пренебрежимо мала по сравнению с динамикой ошибки оценки (12).

Доказательство. При законе управления (9) и согласно условию 3 теоремы динамика ошибки отслеживания положения и динамика ошибки отслеживания возмущения задаются выражениями (10) и (12), соответственно рассмотрим следующую кандидатуру функции Ляпунова:

$$\begin{aligned} V(\Delta \dot{q}, \Delta q, \Delta \tau_d) = & \frac{1}{2} (\Delta \dot{q} + \gamma \Delta q)^T (\Delta \dot{q} + \gamma \Delta q) + \\ & \frac{1}{2} \Delta q^T 2(K_p + \gamma K_v - \gamma^2 I) \Delta q + \frac{1}{2} \Delta \tau_d^T \Delta \tau_d \end{aligned}$$

Взяв производную по времени от указанной выше функции и используя (10) и (12), получаем

$$\dot{V} = -\Delta \dot{q}^T (K_v - \gamma I) \Delta \dot{q} - \gamma \Delta q^T K_p \Delta q - \alpha \Delta \tau_d^T M^{-1}(q) \Delta \tau_d \quad (15)$$

Обратите внимание, что $M^{-1}(q)$ положительно определена согласно свойству 1 в предыдущем разделе. Согласно (15) и условию 2 теоремы, функция Ляпунова V положительно определена во всем пространстве состояний и радиально неограничена. Условия 1–3 теоремы и положительная определенность $M^{-1}(q)$ гарантируют, что \dot{V} отрицательно определена во всем пространстве состояний. Поэтому ошибки слежения за скоростью, положением и возмущением сходятся к нулю.

Заключение. В данной статье предложена нелинейная схема управления на основе наблюдателя возмущений для общих роботизированных манипуляторов. В то время как предыдущие методы имели дело только с плоскими последовательными манипуляторами с вращательными сочленениями, предлагаемый наблюдатель возмущений устраняет предыдущие ограничения на количество степеней свободы, типы сочленений и конфигурацию манипулятора. Более того, показывает асимптотическое положение и отслеживание возмущений замкнутой системы, включая роботизированный манипулятор, контроллер и наблюдатель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. У. Х. Чен, Д. Дж. Балланс, и П. Дж. Гоутроп, 2000, «Нелинейный наблюдатель возмущений для роботизированных манипуляторов», IEEE Trans. Индия. Электрон., 47(4), стр. 932-938.
2. А. Никубин, и Р. Хагиги, 2009, «Нелинейный наблюдатель возмущений на основе Ляпунова для последовательных n-звенных роботизированных манипуляторов», J. Intell. Робот. Систем, 55(2), стр. 135-153.
3. К. С. Лю и Х. Пэн, 2000, «Управление отслеживанием на основе наблюдения за возмущениями», ASME Trans. Дин. Система. Измерения. Контр., 122(2), стр. 332-335.
4. Д.Н. Герасимова, А.В. Парамонова, В.О. Никифорова Алгоритм компенсации мультигармонических возмущений в линейных системах с произвольным запаздыванием: метод внутренней модели – Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2016, том 16, № 6 – 856-861с.
5. А.В. Парамонов Адаптивная робастная компенсация возмущений в линейных системах с запаздыванием – Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2018, том 18, № 3 –123-127 с.
6. М.В. Спонг, С. Хатчинсон, и М. Видьясагар, 2005, Моделирование и управление роботами, Wiley, Нью-Йорк.

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ЖӘНЕ РОБОТОТЕХНИКАНЫҢ ЭТИКА ҚАУІПСІЗДІГІ

***Андатпа.** Жұмыс жасанды интеллект және робототехника саласындағы этика мен қауіпсіздіктің негізгі мәселелерін қарастырады. Транспаренттілік, әділдік, жауапкершілік және тұрақтылық сияқты негізгі этикалық принциптерге, сондай-ақ деректердің осалдығы мен AI мінез-құлқының болжаусыздығын қоса алғанда, қауіпсіздік мәселелеріне ерекше назар аударылады. Роботтарды дамыту мен пайдаланудың этикалық аспектілері, оның ішінде олардың әлеуметтік сала мен еңбек нарығына әсері ашылды. Техникалық инновациялардың, халықаралық реттеудің және әлеуметтік бақылаудың үйлесімі негізінде осы мәселелерді шешудің заманауи тәсілдері сипатталған. Мақалада тәуекелдерді азайту және инновацияларға деген сенімді арттыру үшін технологиялар мен әлеуметтік қажеттіліктер арасындағы үйлесімді өзара әрекеттестіктің маңыздылығы атап өтілген.*

***Түйін сөздер:** этика, жасанды интеллект, робототехника, қауіпсіздік, ашықтық, деректердің осалдығы, автономды жүйелер, әлеуметтік жауапкершілік, технологияны реттеу.*

Кіріспе. Жасанды интеллект пен робототехника 21 ғасырда технологиялық дамудың маңызды бағыттарының біріне айналды. Олар біздің өмір сүру салтымызды өзгертіп қана қоймайды, сонымен қатар бірқатар этикалық және қауіпсіздік мәселелерін көтереді. Әділдік, ашықтық, есеп беру және AI жүйелерінің осалдығы мәселелері ғалымдардың, саясаткерлердің, кәсіпкерлердің және қарапайым азаматтардың назарын аударуда. Жасанды интеллект пен робототехниканы қолдану қарқынды түрде кеңейген сайын олардың қоғамға әсерінің ұзақ мерзімді салдары туралы сұрақтар көтерілуде. Мұндай жүйелер бейтарап және әділ болып қала ала ма? Күрделі технологиялық ортада адам қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қандай шаралар қажет?

Бұл мақаланың мақсаты – жасанды интеллект пен робототехниканы әзірлеу мен қолданудың негізгі этикалық және қауіпсіздік аспектілерін қарастыру, ең маңызды тәуекелдерді сипаттау және оларды шешудің ықтимал тәсілдерін ұсыну.

Жасанды интеллект саласындағы этиканың негізгі принциптері
AI медицинадан көлік пен қаржыға дейін адам қызметінің әртүрлі салаларына жылдам енуі жалғастыруда. Алайда, бұл процесте этика мен жауапкершілікке қатысты күрделі сұрақтар туындайды. Нашар жобаланған немесе әдепсіз пайдаланылған AI жүйелері шешім қабылдау алгоритмдеріндегі гендерлік немесе нәсілдік көзқарастан бастап маңызды инфрақұрылымдардағы кең таралған сәтсіздіктерге дейін айтарлықтай зиян келтіруі мүмкін. Мұндай тәуекелдерді азайту үшін әзірлеушілер,

компаниялар мен реттеушілер негізгі этикалық принциптерге көбірек сүйенуде.

Транспаренттілік, әділдік, жауапкершілік және тұрақтылық – әрбір AI жүйесі негізделуі керек негізгі тіректер. Бұл принциптер пайдаланушылар мен әзірлеушілер арасында сенімділікті орнатуға, сондай-ақ жасанды интеллектті пайдаланудың ықтимал теріс салдарын болдырмауға көмектеседі [1].

1-кесте – Негізгі тірек ретінде төрт принцип

Принциптер	Сипаттамалар
Анық	Алгоритмдердің, шешім қабылдаудың және деректер көздерінің анықтығы мен қолжетімділігіне кепілдік беру [2].
Әділдік	AI жүйелерінің жұмысындағы кемсітушілік пен біржақтылықты жою [3].
Жауапкершілік	Қателер немесе технологияны пайдаланудың күтпеген салдары үшін жауапкершілікті анықтау.
Тұрақтылық	Қолданылатын жасанды интеллект үлгілерінің ұзақ өмір сүруін және тиімділігін қамтамасыз ету.

Бұл қағидаттар жүйенің қоғам мүдделеріне қызмет ете алуын қамтамасыз етуге және ықтимал тәуекелдерді барынша азайтуға бағытталған. Мысалы, анық пайдаланушыларға AI белгілі бір шешімдерді қалай және неге қабылдайтынын түсінуге мүмкіндік береді. Бұл әсіресе медицина немесе заң жүйесі сияқты салаларда маңызды, бұл жерде қателіктер адамның денсаулығына немесе әділ сотқа зиянын тигізуі мүмкін. Әділдік кемсітушіліктің алдын алудың маңызды факторы болып табылады. Алгоритмдер көбінесе тарихи қиғаштықты қамтуы мүмкін деректерден үйренеді. Тиісті басқару құралдары болмаса, бұл жүйенің қайталануына және тіпті дискриминацияның күшеюіне әкелуі мүмкін. Мысал ретінде қызметкерлерді жалдау алгоритмдері ер адамдарға артықшылық көңіл бөлген, себебі олар бір жерде тұрақты жұмыс орнында көп қызмет атқарған.

Жауапкершілік жасанды интеллект жүйелерін жасаушылар мен пайдаланушылар өздерінің технологияларының салдары үшін міндеттемелер қабылдауға дайын болуы керек дегенді білдіреді. Бұл келтірілген зиян үшін заңды жауапкершілік немесе қоғамға әсер ету үшін этикалық жауапкершілік болуы мүмкін.

Тұрақтылық, өз кезегінде, технологияның өзгеретін жағдайлар мен қажеттіліктерге бейімделе отырып, ұзақ уақыт бойы тиімді және сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Бұл әсіресе климаттың өзгеруі жағдайында өте маңызды, мұнда AI негізіндегі шешімдер экологиялық таза технологияны дамыта алады.

Бұл принциптерді іс жүзінде енгізу тек техникалық өзгерістерді ғана емес, сонымен қатар этикалық стандарттарды үнемі қайта қарауды қажет етеді. Қазіргі қоғам технологияны дамыту мен адами құндылықтарды қорғау арасындағы тепе-теңдікті сақтауы керек.

Жасанды интеллекттегі қауіпсіздік мәселелері

Дегенмен, тіпті негізгі этикалық принциптерді қатаң ұстанғанның өзінде, жасанды интеллектті пайдалану сөзсіз көптеген қауіпсіздік мәселелеріне тап болады. Этикалық принциптер AI жүйелерін құрудың негізін құруға көмектескенімен, қауіпсіздік мәселелері тәуекелдердің алдын алу және технологиялардың сенімділігін қамтамасыз ету үшін белсенді күш салуды талап етеді [4]. AI-ны медицина, көлік, энергетика және қорғаныс сияқты күрделі және маңызды салаларда қолдану бұл мәселелерді әсіресе өзекті етеді.

Алгоритмдер мен деректердің осалдығы

Кез-келген жасанды интеллект жүйесінің жұмысының деректері негізі оқытылатын мәліметтер болып келеді. Егер деректерде қателер, бұрмаланулар немесе ауытқулар болса, бұл сөзсіз жағымсыз нәтижелерге әкеледі. Мысалы, қаржы саласында шешім қабылдайтын жүйелер деректердегі тарихи қалыптасқан стереотиптер негізінде кемсітушілікке жол беруі мүмкін. Сонымен қатар, шабуылдаушылар жүйенің бұзылуына себеп болу үшін жалған немесе қате деректерді әдейі енгізу арқылы **data poisoning** әдістерін қолдануы мүмкін [5].

Тағы бір мәселе — деректерді шектеулі түсіндіру. Тіпті жоғары дәлдіктегі алгоритмдер қате немесе толық емес деректермен қамтамасыз етілсе, қиындықтарға тап болуы мүмкін. Мысалы, медицинада бұл пациенттердің өміріне қауіп төндіретін қате диагноз қоюға әкелуі мүмкін.

Жасанды интеллекттің болжамсыз әрекеті

Терең нейрондық желілер сияқты заманауи AI жүйелерінің күрделілігі олардың әрекеті тіпті әзірлеушілердің өздері үшін де белгісіз болып келеді. Бұл болжаусыздық, әсіресе қателіктерге жол берілмейтін жағдайларда ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін. Мысалы, автономды автокөлік жолаушыларға және басқаларға қауіп төндіретін қозғалыс жағдайын дұрыс түсінбеу салдарынан қате шешім қабылдауы мүмкін.

Сонымен қатар, AI үлгілері кейде қате болса да, болжамында «тым сенімділік» көрсетеді. Бұл әсіресе энергияны басқару жүйелері немесе әскери технологиялар сияқты адамның араласуынсыз шешім қабылдайтын жүйелерде қауіпті болуы мүмкін.

AI жүйелеріне шабуылдар

Әр түрлі салалардағы жасанды интеллекттің өсіп келе жатқан рөлі бұл технологияларды шабуылдаушылар үшін тартымды мақсатқа айналдырады. Шабуылдар әртүрлі болуы мүмкін:

- **Шу қосылған шабуылдар:** адамға байқалмайтын кірістердің кішігірім өзгерістері AI нәтижесін толығымен өзгерте алады. Мысалы, сәл өзгертілген кескінді компьютерлік көру жүйесі мүлдем басқа объект ретінде тануы мүмкін.
- **Деректерді бұрмалау:** банктік алгоритмдер сияқты жасанды интеллект жүйелерін жалған ақпараттандыру үшін жалған кірістер жасау.
- **Кибершабуылдар:** құпия деректерге қол жеткізу немесе оның жұмысын бұзу үшін AI инфрақұрылымының бұзу түрін қолдану.

Робототехникадағы этика және қауіпсіздік мәселелерін шешудегі заманауи тәсілдер.

Робототехникадағы этика және қауіпсіздік мәселелері оның қоғамға әсері артқан сайын өзекті бола түсуде. Робот қауіпсіздігі - бұл жай ғана инженерлік міндет емес, техникалық инновацияларды, реттеуді және әлеуметтік жауапкершілікті біріктіретін көп деңгейлі процесс. Осы жолда туындайтын қиындықтарды жеңу үшін адам мен робот әрекетінің барлық аспектілерін ескеретін интеграцияланған тәсілдер қажет.

Заманауи технологиялар қауіпсіздікті жақсарту және этикалық стандарттарға сәйкестікті қамтамасыз ету үшін бірнеше шешімдерді ұсынады. Негізгі бағыттардың бірі - роботтарға өз қателерін анықтауға және мінез-құлықты автоматты түрде түзетуге мүмкіндік беретін өзін-өзі диагностикалау жүйелерін дамыту. Бұл әсіресе динамикалық және күтпеген ортада жұмыс істейтін автономды роботтар үшін маңызды. Мысалы, науқастарға қызмет көрсететін ауруханалардағы робот көмекшілері қоршаған ортадағы өзгерістерге тез бейімделуі және ықтимал тәуекелдерді азайтуы керек.

Сонымен қатар, ықтимал қауіптерді талдау үшін жасанды интеллект негізіндегі технологиялар белсенді түрде енгізілуде. Бұл жүйелер робот қауіпті жағдайға тап болуы мүмкін сценарийлерді болжауға және оның пайда болуына дейін алдын алуға көмектеседі. Бұл тәсіл әсіресе роботтар ауыр жабдықпен әрекеттесетін немесе қауіпті ортада жұмыс істейтін өндіріс процестерінде тиімді.

Халықаралық ұйымдар мен компаниялар да робототехника қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін әмбебап стандарттар мен ережелерді жасауға ұмтылуда. Мұндай бастамалардың мысалдарын роботтарды тестілеу, сертификаттау және пайдалану бойынша нұсқаулықтарды әзірлейтін ISO және IEEE жобаларынан көруге болады. Бұл стандарттар техникалық ақаулар ықтималдығын азайтуға ғана емес, сонымен қатар ашықтық пен халықтың сенімін қамтамасыз етуге көмектеседі.

Этикалық қағидалардың сақталуын бақылауға қабілетті құралдарды әзірлеуге ерекше назар аударылады. Мұндай құралдар роботтардың күтім тапсырмаларын орындайтын немесе білім беру процестеріне қатысатын әлеуметтік салалардағы әрекеттерін бақылау үшін пайдалы болуы мүмкін. Мысалы, робот-мұғалімдер нәтижелі болып қана қоймай, оқушылардың жас және мәдени ерекшеліктерін де ескеруі керек.

Қорытынды

Жасанды интеллект пен робототехника саласындағы Этика мен қауіпсіздік заманауи технологияларды дамытуда шешуші рөл атқарады. Бір жағынан, бұл принциптер AI технологиялары мен роботтардың тәуекелдерді азайту және адамдардың құқықтарын қорғау арқылы қоғамның мүдделеріне қызмет етуін қамтамасыз етеді. Екінші жағынан, қауіпсіздікті қамтамасыз ету бұл инновацияларды өмір мен әл — ауқатқа қауіп төндірмей, медицинадан көлікке дейінгі маңызды салаларда пайдалануға мүмкіндік береді. Этикалық нормалар адами құндылықтарды қорғайтын эталондарды белгілеуге

көмектеседі, ал қауіпсіздік стандарттары олардың сенімді жұмыс істеуіне негіз болады. Технологиялық прогресс сөзсіз қиындықтармен байланысты, бірақ сонымен бірге біздің өмірімізді жақсартатын жаңа құралдарды жасауға мүмкіндіктер ашады. Роботтардың өзін-өзі диагностикалау, AI көмегімен тәуекелдерді болжау және халықаралық қауіпсіздік стандарттары инновациялардың жауапты тәсілмен қалай үйлесетінін көрсетеді. Алайда, бұл жеткіліксіз. Технология мен қоғам арасындағы үйлесімділікке қол жеткізу үшін белсенді халықаралық ынтымақтастық, құқықтық нормаларды бейімдеу және қоғамның әртүрлі топтарының болашақты қалыптастыруға қатысуы қажет. Этика мен қауіпсіздік тек технологияны шектейтін шеңбер ғана емес, сонымен қатар олардың дамуын басқаратын қозғаушы күш болуы керек. Тек осылай ғана AI және робототехника әлемді жақсы жаққа өзгерте алатын шынымен пайдалы және қауіпсіз құрал бола алады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

[1] Стал, Б. К. Этика искусственного интеллекта [Текст] / Б. К. Стал. – Москва: Издательство «Альпина Паблишер», 2020. – 352 с.

[2] Бостром, Н., Йудковски, Э. Этические аспекты искусственного интеллекта [Текст] / Н. Бостром, Э. Йудковски // В кн.: Р. Курцвейл (ред.). Будущее искусственного интеллекта. – Москва: Издательство «София», 2019. – С. 45–70. [3] Ядав, Н. Этика искусственного интеллекта и робототехники: ключевые проблемы и современные способы их решения [Текст] / Н. Ядав // Journal of Digital Technologies and Law. – 2023. – Т. 7. – № 4. – С. 955–972. [КиберЛенинка](#)

[4] Ратнер, Н. П. Этика искусственного интеллекта: вызовы, риски и решения [Текст] / Н. П. Ратнер // Вестник Владимирского государственного университета. – 2021. – № 2. – С. 112–120. [КиберЛенинка](#)

[5] Карпов, В. Э., Готовцев, П. М., Ройзензон, Г. В. К вопросу об этике и системах искусственного интеллекта [Текст] / В. Э. Карпов, П. М. Готовцев, Г. В. Ройзензон // Философские науки. – 2020. – № 5. – С. 98–110. [КиберЛенинка](#)

[6] Канев, С. И. Этико-правовые проблемы регулирования искусственного интеллекта и робототехники в отечественном и зарубежном праве [Текст] / С. И. Канев // Юридический вестник. – 2022. – № 3. – С. 45–53. [КиберЛенинка](#)

[7] Ладыгина, И. В. Социально-этические проблемы робототехники [Текст] / И. В. Ладыгина // Вестник Санкт-Петербургского университета. Философия и конфликтология. – 2017. – Т. 33. – № 4. – С. 120–130.

[8] Шарыпов, Ю. С. Этические аспекты производства роботов с функцией физиологического взаимодействия с человеком [Текст] / Ю. С. Шарыпов // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. – 2017. – № 40. – С. 85–95.

ӘОЖ 004.7

Кәкім А., Кабдылашимова Д.Ф (23-РТК-1, ШҚТУ), Ерсайнова Ж.Е. (оқытушы, ШҚТУ)

LUCAS-NULLE LABSOFT БАҒДАРЛАМАСЫ НЕГІЗІНДЕГІ АНТЕННА ТЕХНИКАСЫ

Аннотация. Бұл мақалада радиотехника және телекоммуникация саласындағы білім беру процесінде қолданылатын заманауи зертханалық құрал – **LUCAS-NULLE LabSoft** жүйесі қарастырылады. Д. Серікбаев атындағы ШҚМТУ-да қолданылатын «Антенна техникасы» курсы арқылы студенттер антенналардың негізгі параметрлерін тәжірибе жүзінде зерттей алады. Жүйе UniTrain-I платформасы негізінде жұмыс істейді және нақты құрылғылар мен виртуалды модельдер арқылы оқытуды тиімді ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Курстың құрамына әртүрлі антенна түрлері, эксперименттік модульдер, бағдарламалық қамтамасыз ету және тасымалданатын чемодан кіреді. Зертханалық жұмыстар антенналардың бағытталу диаграммасы, күшейту коэффициенті, поляризациясы сияқты сипаттамаларын зерттеуге бағытталған. Бұл құрал студенттердің теориялық білімін нығайтып, тәжірибелік дағдыларын дамытуға жағдай жасайды.

Түйін сөздер: LUCAS-NULLE LabSoft, антенна техникасы, UniTrain-I, телекоммуникация, радиотехника, зертханалық жұмыстар, бағытталу диаграммасы, поляризация, антенна түрлері, инженерлік білім.

Радиотехника және телекоммуникация саласындағы білім беру үдерісін ұйымдастыру – оңай шаруа емес. Дәрістермен байланысты қиындықтар аз болса да, зертханалық жұмыстарды жүргізу көптеген сұрақтарды туындатады. Қазіргі уақытта жоғары оқу орындары компьютерлердің жетіспеушілігін сезінбейді, сондықтан зертханалық жұмыстардың көпшілігі виртуалды түрде өтеді. Яғни, студенттер бағдарламалау, модельдеу, эмуляциялау, симуляциялау жұмыстарын атқарады. Компьютерлік жобалау бағдарламалары, соның ішінде антенналарды жобалау бағдарламалары, нәтижелерді айқын көрсетуге мүмкіндік береді. Студенттер арнайы компьютерлік бағдарламалар арқылы антенналардың нақты жұмысын көріп, олардың барлық параметрлерін есептей алады. Осылайша, антенна-беріліс құрылғылары саласындағы білімдері мен дағдыларын жетілдіре алады.

Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университетінде телекоммуникация технологиялары бойынша зертханалық жұмыстарды жүргізу үшін 2016 жылдан бастап Г1-408 аудиториясында LUCAS-NULLE LabSoft атты жаңа зертханалық техника жабдықталған. Бұл жүйе студенттердің теориялық дағдыларын тәжірибе жүзінде меңгеруіне мүмкіндік береді.

Бұл курста барлық эксперименттерді жүргізу үшін LUCAS-NULLE LabSoft бағдарламасы, UniTrain-I интерфейсі, UniTrain-I-Experimenter модулі және «Антенна техникасы» курсы (сурет 1) қолданылады. «Антенна техникасы» курсы қажетті барлық аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз ету компоненттерімен бірге беріледі. Бұл курста қолданылатын

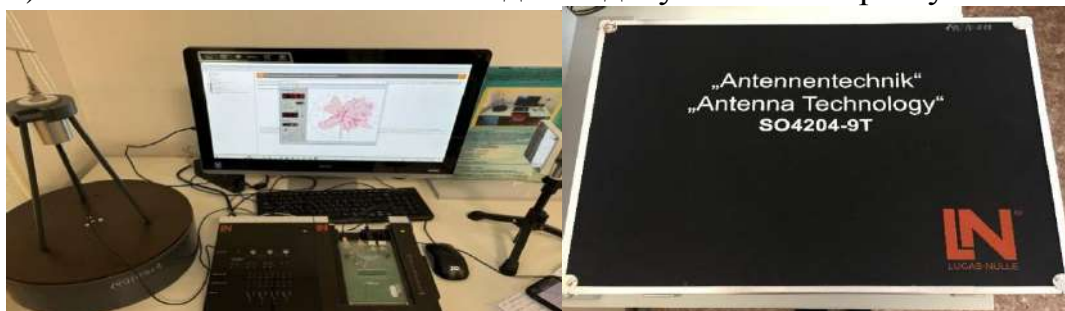
антенналар өте күрделі технологиямен жасалған. Сондықтан оларға көп күш түсіруге болмайды. Барлық антенналардың жұмыс жиілігі 9 ГГц құрайды. Жылдам және оңай орнату үшін антенналар стандартталған кедергісі бар QMA контактілік шығынымен жабдықталған. Сондай-ақ, бүкіл UniTrain жүйесін сақтау үшін алюминийден жасалған тасымалдау чемоданы қарастырылған (сурет 2).

Зертханалық жұмыстардың мақсаты – антенналардың негізгі параметрлерін зерттеу: бағытталу диаграммасы, бағытталған әрекет коэффициенті, пайдалы әрекет коэффициенті, күшейту коэффициенті, поляризациялық сипаттамалар және оларды эксперименттік анықтау әдістері.

Зертханалық жұмыстармен танысу үшін «Құрал жасау және технологиялық процестерді автоматтандыру» кафедрасының оқытушылары әдістемелік нұсқау әзірледі.

Әдістемелік нұсқаудың мақсаты:

- 1) теориялық материалды жүйелеу;
- 2) студенттерге осы теориялық курсты меңгеруге көмектесу;
- ұйымдастыру;
- 4) осы пән бойынша емтиханға дайындалуға көмек көрсету.



Сурет-1. LUCAS-NULLE бағдарламасы Сурет-2. LabSoft тасымалдау чемоданы және «Антенна техникасы» курсы UniTrain

«Антенна-беріліс құрылғылары» пәні бойынша әдістемелік нұсқаулар оқытушылар мен студенттерге арналған, олар «Антенналар» бөлімін меңгеруге көмектеседі. Бұл әдістемелік нұсқаулар пән материалының жүйеленген жинағы болып табылады және емтихан мен қорытынды тестілеуге дайындық үшін жақсы анықтамалық материал бола алады.

UniTrain-I жүйесі – электротехника және электроника саласында білім алу және біліктілікті арттыруға арналған компьютерлендірілген жаттығу және эксперименттік жүйе. Ол ақпарат құралдары арқылы курстарға біріктіріліп, танымдық және көрнекі бағдарламалардан тұрады, бұл өз кезегінде жалпы конспектінің бір бөлігі болып табылады және практикалық құзыреттілікті мақсатты түрде меңгеруге ықпал етеді. Негізгі курстан бастап, электротехника мен электрониканың түрлі кәсіби салаларындағы кеңейтілген курстарға дейін мектептік, кәсіби және инженерлік білім беру үшін әртүрлі бағдарламалар ұсынылады.

UniTrain-I жүйесі толығымен автономды және кез келген уақытта және кез келген жерде қолдануға болады. Зертханада, жұмыс орнында немесе үй

жағдайында мультимедиялық қолдау оқытудың жоғары мотивациясы мен табыстылығын қамтамасыз етеді. Осылайша, бұл жүйе сапалы әрі тиімді оқытудың кепілі болып табылады.

LabSoft – ақпарат құралдары арқылы курсқа қол жеткізуді, сондай-ақ виртуалды құралдар мен эксперименттерге арналған техникалық қамтамасыз етуді басқаруды қамтамасыз ететін ашық жүйелік платформа. Курста теориялық негіздер мен тәжірибелік эксперименттер ұсынылады. Бұл үшін логикалық әзірленген өлшеу интерфейсінде аналогтық және цифрлық кірістер мен шығыстар бар, олар өлшеу мен басқару мүмкіндігін береді, нәтижесінде жоғары сапалы зертханалық құрал болып табылады.

«Антенна техникасы» курсының мазмұны:

- Өлшеу антенна интерфейсі 8...10 ГГц, >60 дБ динамикалық диапазоны бар логарифмдік детектор, 16 биттік рұқсат
- Қадамдық қозғалтқышпен айналмалы платформа
- Құрастыру материалдары мен жалғау кабельдері
- Эксперименттік модульдерді сақтау және тасымалдауға арналған алюминий чемодан
- Бағдарламалық қамтамасыз етумен бірге CD-ROM

Антенналар түрлері:

- Монополь, диполь және ілмекті вибратор;
- 3 элементті және 6 элементті Уда-Яги антенналары;
- Оң және сол поляризациялы спиральды антенналар;
- Микрожолқты антенналар; сызықты және айналмалы поляризациялы антенналар.



Сурет-3. LUCAS-NULLE «Антенна техникасы» құралдары

Жоғары жиілікті техника саласындағы маман даярлау – ұзақ әрі күрделі процесс. Прогресс тоқтаусыз дамуда. Компьютерлік тактілік жиіліктер гигагерцтерге жетіп, телекоммуникациялық және радиоэлектрондық жүйелер ондаған және жүздеген гигагерцке ұмтылуда. Жаңа материалдар мен технологиялар белсенді түрде енгізілуде. ЖОО-ның міндеті – студентті қызықтыру, оған қажетті білім мен дағдыларды беру. Бастапқы кезеңде – студентті үркітпей, өз күшіне сенуге мүмкіндік беру. Бұл ақпарат басқа жоғары оқу орындары үшін де пайдалы болады деп үміттенеміз.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Капашева Ш.Б., Алимханова А.Ж., Ерсайнова Ж.Е. Методическое указание «Антенны».
2. <https://www.lucas-nuelle.ru/>

УДК 004

Котельникова А.Ю. (22-МК-1, ВКТУ), Тойчибаев Н.Х. (22-МК-1, ВКТУ)
Тезекпаева Ш.Т. (старший преподаватель, ВКТУ)

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СФЕРЕ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ: НОВЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ УГРОЗ

***Аннотация.** В статье рассматриваются современные методы использования искусственного интеллекта (ИИ) в сфере кибербезопасности. Особое внимание уделяется способам обнаружения и предотвращения киберугроз с помощью ИИ, включая анализ поведения в реальном времени, автоматизацию процессов, прогнозирование атак и поведенческую аналитику. Также обсуждаются преимущества и недостатки методов на базе ИИ, а также примеры их успешного применения.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект (ИИ), кибербезопасность, обнаружение угроз, анализ поведения, прогнозирование атак.*

Современные технологии развиваются стремительными темпами, и вместе с этим возрастают угрозы в киберпространстве. Традиционные методы защиты уже не всегда справляются с новыми видами атак, поэтому искусственный интеллект (ИИ) становится важным инструментом в области кибербезопасности. В данной статье рассмотрим, как ИИ помогает защищать цифровые системы и какие новые методы используются в борьбе с киберугрозами.

Кибербезопасность - это совокупность технологий, процессов и практик, направленных на защиту систем, сетей и данных от кибератак, несанкционированного доступа, повреждений или кражи. Она охватывает широкий спектр мер, включая управление доступом, шифрование данных, мониторинг и анализ сетевого трафика, а также обучение пользователей.

Цель данной статьи - показать, как технологии на базе искусственного интеллекта изменяют подходы к кибербезопасности, делая их более эффективными и адаптивными. Мы рассмотрим новейшие методы, используемые для обнаружения и предотвращения угроз, а также обсудим преимущества и вызовы, связанные с внедрением ИИ в эту сферу.

Искусственный интеллект (ИИ) в кибербезопасности включает дисциплины машинного и глубокого обучения, но имеет также и свою уникальную роль. По своей сути, ИИ фокусируется на достижении результата, а не на точности. Его конечная цель – естественная реакция при решении сложных задач. Истинный ИИ действует автономно, находя оптимальное решение для конкретной ситуации, а не просто делая выводы на основе набора данных и логики программирования.

Для лучшего понимания вопроса рассмотрим современные методы использования ИИ и его основополагающих дисциплин. Автономные системы не широко распространены, особенно в области кибербезопасности. Их работа не требует вмешательства со стороны, и многие ассоциируют их с

ИИ. Однако ИИ системы, служащие дополнительными инструментами для обеспечения безопасности, уже доступны и практичны.

В идеале, роль ИИ в кибербезопасности сводится к интерпретации закономерностей, обнаруженных алгоритмами машинного обучения. Современный ИИ пока не может интерпретировать результаты так же хорошо, как человек. Тем не менее, эта область активно развивается, и ведется поиск алгоритмов, схожих с человеческим мышлением. Но до создания полноценного ИИ еще далеко. Машинам предстоит научиться переосмысливать ситуации, оперируя абстрактными понятиями. Их творческие способности и критическое мышление пока далеки от популярного образа идеального ИИ.

Традиционные методы обнаружения угроз включают сигнатурное и эвристическое сканирование. Сигнатурные системы основываются на известных шаблонах угроз (сигнатурах), что позволяет им эффективно обнаруживать известные вирусы и вредоносное ПО. Однако, они не способны распознавать новые и неизвестные угрозы.

Эвристические методы используют правила и алгоритмы для анализа поведения программного обеспечения, выявляя подозрительные действия. Эти методы могут выявлять новые угрозы, однако часто приводят к ложным срабатываниям, что снижает их эффективность.

Данные о прошлых атаках являются ценным ресурсом для создания более эффективных методов киберзащиты. Анализируя прошлые инциденты, можно выявить общие шаблоны и тактики, используемые злоумышленниками. Эти данные включают информацию о типах атак, точках проникновения, используемых эксплойтах и вредоносных программах. На их основе можно создавать базы данных сигнатур и угроз, которые позволяют улучшить модели прогнозирования и обнаружения.

Существуют также важные этические вопросы и вопросы приватности данных. Использование ИИ требует больших объемов данных, что может включать личную информацию пользователей. Это вызывает опасения относительно возможного нарушения приватности и утечки данных. Алгоритмы ИИ могут быть подвержены смещению и предвзятости, что приводит к некорректным и несправедливым решениям. Внутренние алгоритмы ИИ часто остаются непрозрачными для пользователей, и обеспечить понимание и объяснимость принимаемых решений становится важной задачей. Вопрос ответственности за решения, принятые ИИ, также остается открытым и требует дальнейшего изучения.

- Алгоритмы ИИ способны анализировать содержимое электронных писем, поведение отправителя и другие метаданные, что позволяет им успешно обнаруживать фишинг и попытки мошенничества по электронной почте.

- Самые современные модели машинного обучения могут выявлять скрытые признаки, такие как поддельный отправитель, вложения или доменные имена, указанные в электронных письмах, которые помогают классифицировать сообщение как фишинговую атаку.

Задача: Разработка системы обнаружения фишинговых атак с помощью ИИ

Постановка задачи: Необходимо разработать систему на основе искусственного интеллекта, которая сможет автоматически обнаруживать и блокировать фишинговые атаки, анализируя содержимое электронных писем и поведение отправителей.

Методология:

1. Сбор и разметка данных: использование базы данных фишинговых и легитимных писем для обучения модели.
2. Выбор модели машинного обучения: применение алгоритмов глубокого обучения (например, рекуррентных нейронных сетей) для анализа текста писем.
3. Разработка системы выявления аномалий: внедрение алгоритмов выявления подозрительных ссылок, вложений и поддельных доменов.
4. Интеграция с почтовыми сервисами: разработка API для автоматической проверки входящих писем и блокировки подозрительных сообщений.

```
import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
from sklearn.metrics import accuracy_score, classification_report
# Загрузка данных
file_path = "phishing_websites.csv"
data = pd.read_csv(file_path)
# Определяем признаки (X) и целевую переменную (y)
X = data.drop(columns=['result']) # Убираем целевую переменную
y = data['result'] # Целевая переменная (-1 = фишинг, 1 = безопасный)
# Разделение данных на обучающую и тестовую выборки
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2,
random_state=42)
# Обучение модели Random Forest
model = RandomForestClassifier(n_estimators=100, random_state=42)
model.fit(X_train, y_train)
# Предсказания
y_pred = model.predict(X_test)

# Вывод точности модели
print("\nТочность модели:", accuracy_score(y_test, y_pred))
# Отчет классификации
print("\nОтчет классификации:\n", classification_report(y_test, y_pred))
```

Результат:

Точность модели: 0.9669832654907282

Отчет классификации:

	precision	recall	f1-score	support
-1	0.97	0.95	0.96	956
1	0.96	0.98	0.97	1255
accuracy			0.97	2211
macro avg	0.97	0.97	0.97	2211
weighted avg	0.97	0.97	0.97	2211

Основные метрики:

Precision (Точность) – доля правильных предсказаний среди всех предсказанных примеров данного класса.

- Фишинг (`-1`): 97%

- Безопасные (`1`): 96%

Модель почти не ошибается при определении обоих типов сайтов.

Recall (Полнота) – доля правильно предсказанных примеров среди всех фактически имеющихся в этом классе. Фишинговые сайты иногда не распознаются, но безопасные определяются почти идеально.

F1-score – среднее значение между precision и recall. Показывает, что модель сбалансированно классифицирует оба класса.

Support – количество примеров в тестовой выборке. У модели было больше примеров безопасных сайтов, чем фишинговых.

Практическое применение в настоящем времени:

Symantec: Ведущий поставщик антивирусного ПО, применяет ИИ для анализа поведения файлов и выявления вредоносного программного обеспечения, что помогает защитить пользователей от вирусов и кибератак.

Google: Компания использует ИИ для фильтрации спама и фишинговых писем в Gmail, что значительно снижает риск попадания вредоносных сообщений в почтовые ящики пользователей.

Amazon Web Services (AWS): Облачный провайдер применяет ИИ для мониторинга активности в облаке, выявления угроз и обеспечения безопасности данных клиентов.

Siemens: Применяет ИИ для защиты своих промышленных систем и инфраструктуры от кибератак, что особенно важно для критически важных объектов, таких как энергосети и заводы.

Cisco: Использует ИИ в своих решениях для защиты сетей и предотвращения кибератак, что помогает корпоративным клиентам обеспечить безопасность своих IT-инфраструктур.

Несмотря на значительные преимущества, использование ИИ в кибербезопасности не лишено проблем. Ниже приведены некоторые из них:

- **Злоупотребление ИИ злоумышленниками.** Так же как специалисты по безопасности могут использовать ИИ для борьбы с киберугрозами, так и злоумышленники могут использовать эту технологию для разработки новых видов атак. Это включает в себя все, от создания более

убедительных фишинговых атак до автоматизации процесса поиска уязвимостей в сетевых системах.

- Вопросы приватности. Использование ИИ для анализа больших объемов данных может вызывать опасения относительно приватности и конфиденциальности, особенно когда речь идет о персональных данных.

- Этические вопросы. Этические вопросы также могут возникнуть, когда ИИ используется для мониторинга и анализа поведения пользователей. Например, какой уровень мониторинга приемлем, и где проходит граница между защитой и недопустимым вмешательством в приватность?

- Зависимость от ИИ. С ростом использования ИИ в кибербезопасности возникает риск стать слишком зависимым от этой технологии, что может привести к недостатку человеческого взаимодействия и контроля.

Будущее ИИ в сфере кибербезопасности связано с улучшением алгоритмов, разработкой более сложных и точных методов машинного обучения, которые смогут лучше выявлять и предотвращать кибератаки. Интеграция ИИ с другими технологиями, такими как блокчейн и квантовые вычисления, может привести к созданию более надежных систем безопасности. Автоматизация процессов кибербезопасности позволит быстрее реагировать на угрозы и снизит нагрузку на специалистов. ИИ будет использоваться для прогнозирования будущих угроз на основе анализа данных о прошлых атаках и текущих тенденциях. Разработка и внедрение этических и правовых норм для регулирования использования ИИ в кибербезопасности обеспечат защиту прав пользователей и справедливость алгоритмов. Все это поможет сделать ИИ более эффективным инструментом в борьбе с киберугрозами и обеспечит безопасность в цифровом мире.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов, И. В. (2021). Кибербезопасность и защита данных в облачных системах. Москва: Эксмо.
2. Смирнов, А. В. (2019). Кибербезопасность в корпоративных системах: проблемы и решения. Москва: Юрайт.
3. <https://esapro.ru/blog/iskusstvennyy-intellekt-v-kiberbezopasnosti-perspektivy-problemy-i-preimushchestva/>
4. <https://www.geeksforgeeks.org/ai-in-cybersecurity/>

АНАЛИЗ ПРЕСПЕКТИВ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАБОТЕ КОЛЛ-ЦЕНТРАХ

***Аннотация.** В статье рассматриваются основные проблемы, возникающие в работе традиционных колл-центров. Определены основные проблемы традиционных колл-центров и факторы влияния на эффективность внедрения искусственного интеллекта (ИИ). Также в статье анализируются проблемы и преимущества внедрения ИИ в колл-центрах. Рассматриваются успешные примеры использования внедрения ИИ в глобальных компаниях. Описаны ключевые направления внедрения ИИ для повышения эффективности работы колл-центра.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, колл-центр, автоматизация процессов, проблемы внедрения ИИ, перспективы внедрения ИИ.*

Искусственный интеллект (ИИ) постепенно становится важным элементом в трансформации многих отраслей, включая сферу обслуживания клиентов. Колл-центры, являясь неотъемлемой частью бизнес-коммуникаций, также начали интегрировать ИИ в свои процессы для повышения эффективности, снижения затрат и улучшения качества обслуживания. Искусственный интеллект оказывает значительное влияние на развитие колл-центров, обеспечивая оптимизацию процессов обслуживания клиентов, автоматизацию рутинных задач и повышение качества взаимодействия. Определению влияния ИИ на работу колл-центров, анализу его возможностей и ограничений, а также перспективам его внедрения посвящена эта статья.

Колл-центры играют ключевую роль в поддержке взаимоотношений между компаниями и их клиентами. Однако, с ростом числа клиентов и увеличением объемов взаимодействий, возникает необходимость в поиске эффективных решений для обработки запросов. ИИ предоставляет возможность автоматизировать многие процессы, обеспечивая быстрый ответ на стандартные запросы, что освобождает операторов для более сложных и персонализированных задач.

Анализ проблем традиционных колл-центров является важным этапом в применении искусственного интеллекта, так как важно понять ключевые проблемы, с которыми сталкиваются традиционные колл-центры. Он позволяет определить потенциальные возможности и препятствия для внедрения искусственного интеллекта в данной отрасли. Проведя исследования и анализ проблем традиционных колл-центров, сведем эти данные в таблицу 1 снабдив их кратким описанием.

Таблица 1 – Основные проблемы традиционных колл-центров

Проблема	Описание
Высокая нагрузка на операторов	Большое количество запросов приводит к перегруженности персонала.
Длительное время ожидания	Клиенты часто сталкиваются с долгим ожиданием ответа.
Ошибки операторов	Человеческий фактор может приводить к неверным ответам.
Высокие затраты на персонал	Поддержка большого количества операторов требует значительных затрат.
Ограниченные часы работы	Колл-центры работают по расписанию, что неудобно для клиентов.
Низкое качество обслуживания	Недостаток персонала и высокие нагрузки снижают качество взаимодействия.
Неэффективное использование данных	Колл-центры не всегда анализируют и используют данные клиентов для улучшения сервиса.
Высокий уровень текучести кадров	Работа операторов связана со стрессом, что приводит к частым увольнениям.
Сложности в обработке многоканальных запросов	Колл-центры испытывают трудности с объединением разных каналов общения.
Неудовлетворительные результаты от оценки качества	Оценка работы операторов субъективна и не всегда точна.
Неэффективные процессы обучения	Обучение новых сотрудников занимает много времени и ресурсов.
Проблемы с интеграцией технологий	Внедрение новых технологий требует дополнительных затрат и времени.
Низкая степень персонализации	Операторы не всегда могут учесть индивидуальные предпочтения клиентов.
Безопасность данных в колл-центрах	Хранение и обработка клиентских данных сопряжены с рисками утечек и кибератак.

Анализ проблем традиционных колл-центров показывает, что основными вызовами в данной сфере являются высокая нагрузка на операторов, длительное время ожидания клиентов, низкое качество обслуживания и высокая текучесть кадров. Также выявлены проблемы, связанные с интеграцией новых технологий, безопасностью данных и персонализацией обслуживания. Эти факторы указывают на необходимость автоматизации процессов, связанных с проблемами для более эффективной работы в традиционные колл-центры. Внедрение технологий и инструментов искусственного интеллекта, в эти процессы как раз и позволит оптимизировать их работу, сократить затраты и повысить удовлетворенность клиентов.

Анализ ключевых возможностей внедрения ИИ позволил выявить преимущества автоматизации и влияния на бизнес-процессы. Результаты представим в виде таблицы. (Таблица 2)

Анализ эффективности ИИ показывает, что его внедрение позволяет существенно снизить операционные затраты, повысить качество обслуживания и ускорить обработку запросов. Искусственный интеллект оптимизирует работу операторов, сокращает количество ошибок, обрабатывает многоязычные запросы и обеспечивает круглосуточную доступность. Кроме того, использование ИИ способствует улучшению аналитики, прогнозированию нагрузки и повышению возврата на инвестиции (ROI). В целом, автоматизация колл-центров с помощью ИИ приводит к значительному повышению производительности и эффективности работы.

Таблица 2 – Эффективность ИИ в колл-центре

Фактор	Описание
Увеличение скорости обслуживания клиентов	ИИ позволяет быстро обрабатывать запросы, сокращая время ожидания.
Снижение операционных затрат	Автоматизация процессов сокращает затраты на персонал и ресурсы.
Персонализированное обслуживание	ИИ анализирует историю запросов и предлагает индивидуальные решения.
Анализ больших данных	Искусственный интеллект обрабатывает и анализирует огромные объемы данных.
24/7 доступность	Чат-боты и голосовые помощники работают круглосуточно.
Улучшение качества обслуживания	Снижается количество ошибок, повышается удовлетворенность клиентов.
Оптимизация работы операторов	Операторы сосредотачиваются на более сложных задачах, передавая рутинные ИИ.
Снижение количества ошибок	Исключается человеческий фактор при обработке запросов.
Обработка многоязычных запросов	ИИ может работать с клиентами на разных языках.
Повышение производительности	Ускорение работы системы за счет автоматизированных процессов.
Оптимизация ресурсов и прогнозирование нагрузки	Анализируется динамика поступающих запросов для распределения нагрузки.
Возврат на инвестиции (ROI)	Быстрая окупаемость за счет снижения затрат и повышения эффективности.
Улучшение аналитики и отчетности	Автоматический сбор данных и создание отчетов.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение ИИ в колл-центры сопровождается рядом трудностей. В таблицу 3 сведем выявленные при анализе основные проблемы, которые необходимо учитывать компаниям при внедрении искусственного интеллекта в свою работу.

Таблица 3 –Основные проблемы при внедрении ИИ

Вызов	Описание
Высокая стоимость внедрения	Первоначальные затраты на разработку и настройку системы ИИ могут быть значительными.
Необходимость обработки больших данных	Для качественной работы требуется анализ огромного количества данных.
Проблемы с доверием клиентов	Некоторые клиенты предпочитают общение с живым оператором.
Ограниченные возможности ИИ	В сложных ситуациях алгоритмы могут не справляться без участия человека.
Этические и правовые вопросы	Использование ИИ в колл-центрах требует соблюдения норм конфиденциальности, защиты персональных данных и этических стандартов.

Несмотря на проблемы связанные с внедрением ИИ, крупные компании уже активно используют искусственный интеллект в своих компаниях, демонстрируя его эффективность на практике. Успешные примеры внедрения ИИ показывают, как интеллектуальные системы могут значительно повысить качество обслуживания клиентов, снизить операционные затраты и оптимизировать рабочие процессы. Рассмотрим несколько интересных кейсов ведущих мировых компаний (Таблица 4).

Таблица 4 – Примеры внедрения ИИ в крупных компаниях

Компания	Описание внедрения ИИ
Amazon	Применяет виртуального помощника Alexa и чат-ботов для обработки запросов, сокращая время ожидания и автоматизируя решения распространенных проблем [1].
Google	Внедрил Google Assistant, который ведет естественные разговоры с пользователями, снижая нагрузку на операторов и улучшая пользовательский опыт [2].
Bank of America	Запустил виртуального помощника Erica, который анализирует финансовые данные клиентов, помогает управлять счетами и совершать платежи [3].
Vodafone	Использует чат-бота TOBi для обработки запросов клиентов, сокращая время обслуживания и улучшая персонализацию услуг [4].
Tesla	Интегрировала ИИ в поддержку клиентов для удаленной диагностики автомобилей, позволяя мгновенно получать рекомендации без визита в сервисный центр [5].
SoftBank Corp.	Представила технологию изменения голоса разгневанных клиентов, придавая им более спокойный тон, чтобы защитить работников от стресса [6].
First Horizon	Использует ИИ для сканирования звонков операторов и отправки персонализированного видеомонтажа для их эмоциональной разгрузки [7].
Microsoft	Применяет ИИ для быстрого поиска справочных материалов, помогая операторам предоставлять точные ответы [8].
AT&T	Внедряет ИИ для автоматического создания стенограмм разговоров операторов с клиентами, предлагая рекомендации по ответам и выполняя предварительный скрининг запросов [9].

Успешные примеры внедрения искусственного интеллекта в колл-центрах показывают, что современные технологии способны не только повышать качество обслуживания клиентов, но и существенно снижать нагрузку на операторов. Компании интегрируют ИИ для автоматизации рутинных процессов, персонализации сервисов и улучшения аналитики. Внедрение чат-ботов, виртуальных ассистентов и интеллектуальных систем обработки данных уже привело к сокращению времени ожидания, уменьшению числа ошибок и снижению операционных затрат. Однако, несмотря на явные преимущества, внедрение ИИ требует значительных инвестиций, адаптации сотрудников к новым технологиям и решения этических вопросов. В будущем развитие ИИ продолжит трансформировать колл-центры, делая их более эффективными, удобными и ориентированными на потребности клиентов.

С учетом текущих тенденций развития искусственного интеллекта можно выделить несколько ключевых направлений развития искусственного интеллекта в колл-центрах:

- Развитие технологий разговорного ИИ. Улучшенные алгоритмы обработки естественного языка (NLP) позволят чат-ботам и голосовым помощникам понимать контекст беседы и вести более осмысленные диалоги.
- Гибридные модели работы. Совмещение ИИ с живыми операторами позволит создать более эффективную систему, в которой ИИ обрабатывает стандартные запросы, а сложные ситуации передаются специалистам.
- Глубокая персонализация сервисов. Искусственный интеллект сможет анализировать поведение клиентов и предлагать индивидуальные решения на основе их истории взаимодействий.
- Автоматизированные системы обучения операторов. ИИ сможет анализировать успешные и неудачные взаимодействия операторов с клиентами и предлагать персонализированные курсы обучения.
- Интеграция с мультиканальными платформами. Современные колл-центры взаимодействуют с клиентами через различные каналы (телефон, чат, социальные сети). ИИ поможет объединять эти данные и предоставлять клиентам бесшовный опыт общения.
- Этичные и прозрачные алгоритмы. Колл-центры должны стремиться к созданию прозрачных моделей ИИ, которые учитывают вопросы конфиденциальности данных и не допускают дискриминации.

Подводя итоги, можно отметить, что использования и внедрения искусственного интеллекта в колл-центры имеет значительный потенциал для трансформации клиентского обслуживания. Останется только подготовить для этого правовую базу и решить этические вопросы. Необходимо будет создать соответствующие нормативные правовые акты которые будут регулировать использования данных клиента, их конфиденциальность и безопасность. Также важно учесть этические вопросы, связанные с возможностью дискриминацией, прозрачностью алгоритмов, и ответственностью за решения, принятые ИИ-системами. ИИ позволит обеспечить оптимизацию процессов

обслуживания клиентов, автоматизировать операционные задачи, повысить скорость выполнения задач и тем самым снизить затраты и повысить прибыль.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://aussiedlerbote.de/2023/09/obshchenie-s-alexa-amazon-vstupayet-v-volnu-chatbotov/?ysclid=m8buzj72cd397645801>
2. <https://blog.google/products/assistant/assistant-io-2022/>
3. <https://promotions.bankofamerica.com/digitalbanking/mobilebanking/erica>
4. <https://www.marketingweek.com/vodafone-chatbots-customer-experience/>
5. https://abw.by/news/in_world/2023/11/11/chatbot-tesla-s-obuchilsya-otvechat-na-ostrye-voprosy
6. https://www.softbank.jp/en/sbnews/entry/20240607_01?utm_source=chatgpt.com
7. <https://finance.yahoo.com/news/ai-bringing-zen-first-horizons-192010166.html>
8. https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365/copilot/copilot-for-work?utm_source=chatgpt.com
9. https://about.att.com/blogs/2023/generative-ai.html?utm_source=chatgpt.com

УДК 004

Кушнер Д.В. (22-МК-1, ВКТУ), Доқанова А.Е. (22-МК-1, ВКТУ),
Мухаметрахимов Д.М. (22-МК-1, ВКТУ), Тезекпаева Ш.Т. (старший
преподаватель ВКТУ)

**ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ
РАЗВЛЕЧЕНИЙ: ОТ ВИРТУАЛЬНЫХ АССИСТЕНТОВ ДО ИГР**

***Аннотация:** В статье рассматривается анализ влияния технологий искусственного интеллекта на сферу развлечений. Рассмотрены современные тенденции применения ИИ в виртуальных ассистентах, кино, музыке и видеоиграх. Подробно описаны методы персонализации контента и создания спецэффектов с использованием ИИ. Анализируются преимущества и вызовы, связанные с внедрением интеллектуальных технологий. Отмечается значительная роль ИИ в развитии VR/AR и интерактивных форм развлечений. Особое внимание уделено инновационным решениям в цифровых медиа.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, развлечения, виртуальные ассистенты, кино, музыка, видеоигры, VR/AR.*

Искусственный интеллект (ИИ) стремительно меняет индустрию развлечений, открывая новые горизонты для создания, персонализации и потребления контента. От голосовых помощников и виртуальных персонажей до интеллектуальных алгоритмов, формирующих рекомендации в потоковых сервисах, — технологии ИИ все глубже проникают в нашу повседневную жизнь, делая развлечения более интерактивными и адаптированными к предпочтениям пользователей.

В киноиндустрии и музыкальном бизнесе ИИ помогает создавать спецэффекты, генерировать сценарии и даже сочинять музыку, в то время как в игровой индустрии он отвечает за поведение персонажей, адаптацию сложности и процедурную генерацию миров. Развитие виртуальной и дополненной реальности также не обходится без интеллектуальных алгоритмов, делающих взаимодействие с цифровыми средами более естественным и захватывающим.

Эта статья рассмотрит ключевые аспекты использования ИИ в индустрии развлечений: от виртуальных ассистентов и медиа-сервисов до игр, кино и VR/AR-технологий. Мы проанализируем, как искусственный интеллект влияет на современный развлекательный контент, какие вызовы и перспективы он создает и какие изменения нас ждут в будущем.

Виртуальные ассистенты и голосовые помощники

С появлением искусственного интеллекта голосовые помощники стали неотъемлемой частью индустрии развлечений. Они не только помогают в выполнении повседневных задач, но и предлагают пользователям новые способы взаимодействия с контентом.

Персональные помощники: Siri, Alexa, Google Assistant

Современные виртуальные ассистенты, такие как Siri, Alexa и Google Assistant, способны обрабатывать запросы на естественном языке и

предоставлять персонализированные рекомендации. Они помогают: выбирать музыку и фильмы — анализируя предпочтения пользователей, ИИ предлагает плейлисты, подборки сериалов и фильмов. Например, Alexa интегрируется с Amazon Music и Netflix, подбирая контент по истории просмотров; создавать интерактивный опыт — голосовые помощники позволяют играть в викторины, участвовать в интерактивных историях и даже взаимодействовать с умными устройствами, превращая дом в мультимедийное пространство; поддерживать живое общение — с развитием технологий обработки естественного языка (NLP) виртуальные ассистенты становятся более "человечными" в диалогах, создавая эффект естественного общения.

ИИ в рекомендациях и персонализации контента

Одной из ключевых функций голосовых помощников является анализ пользовательских предпочтений и автоматическая адаптация контента. Spotify и YouTube Music используют ИИ для формирования персонализированных плейлистов, учитывая настроение, время суток и историю прослушиваний. Netflix и Amazon Prime Video внедряют интеллектуальные алгоритмы, предсказывающие предпочтения зрителей, чтобы рекомендовать фильмы и сериалы. Подкасты и аудиокниги также стали доступны через голосовых помощников, предлагая индивидуальные подборки тем и жанров.

Голосовые игры и интерактивные истории

ИИ расширил границы традиционных развлечений, введя в обиход голосовые игры и интерактивные квесты.

Квесты и викторины - Google Assistant предлагает текстовые приключенческие игры, где пользователь взаимодействует с сюжетом с помощью голосовых команд.

Обучающие и семейные развлечения - Amazon Alexa включает образовательные и детские программы, такие как "Чтение сказок" или "Математические загадки".

Голосовые RPG и интерактивные сценарии — некоторые разработчики создают проекты, в которых пользователи могут участвовать в ролевых играх, управляя персонажами голосом.

Будущее голосовых помощников в индустрии развлечений

С развитием технологий искусственного интеллекта голосовые помощники становятся более сложными и функциональными. В будущем можно ожидать:

- Улучшения естественности диалогов благодаря передовым NLP-моделям.
- Интеграции с виртуальной и дополненной реальностью, где голос будет ключевым способом взаимодействия.
- Развития интерактивных развлечений, где пользователи смогут участвовать в сюжетах фильмов, сериалов и игр с помощью голосового управления.

Голосовые ассистенты уже сегодня являются не просто инструментами для поиска информации, а полноценными участниками индустрии развлечений, способными адаптироваться под потребности каждого пользователя.

Искусственный интеллект в кино и музыке

Искусственный интеллект (ИИ) также активно внедряется в индустрию кино и музыки, помогая создавать, персонализировать и оптимизировать контент. Он уже используется в создании спецэффектов, написании сценариев, генерации музыки и анализе предпочтений зрителей и слушателей.

ИИ в киноиндустрии

1. Генерация сценариев и креативный процесс

ИИ все чаще используется в написании сценариев и сюжетов. Языковые модели помогают авторам разрабатывать диалоги и идеи для фильмов, анализирует сценарии, прогнозируя их коммерческий успех и предлагая улучшения, показывают, как ИИ может создавать интерактивные повествования в реальном времени.

2. Спецэффекты, CGI и deepfake

ИИ значительно ускоряет работу с визуальными эффектами. Deepfake и замена лиц используются в кино и рекламе для создания реалистичных цифровых двойников актеров (пример — омоложение героев в фильмах «Звездные войны» и «Ирландец»). Процедурная генерация CGI позволяет быстро создавать реалистичные фоны, персонажей и анимации, сокращая затраты на пост-продакшн. Upscaling видео с помощью ИИ улучшает качество старых фильмов, добавляя детализацию и повышая разрешение (пример — технологии от NVIDIA и Topaz Labs).

ИИ в музыкальной индустрии

ИИ-композиторы уже создают оригинальные музыкальные произведения. AIVA (Artificial Intelligence Virtual Artist) — нейросеть, сочиняющая классическую и оркестровую музыку. OpenAI Jukebox — модель, способная генерировать песни в различных жанрах с вокалом и инструментальным сопровождением. Endel — ИИ-система, создающая персонализированную музыку для медитации, концентрации и сна.

LANDR и Izotope Ozone используют ИИ для автоматического мастеринга музыки, улучшая качество треков. AI Audio Restoration помогает восстанавливать старые записи и удалять шумы. Яндекс.Музыка, Spotify, Apple Music используют алгоритмы машинного обучения для создания персонализированных плейлистов и подбора рекомендаций.

Будущее ИИ в кино и музыке

В ближайшие годы мы можем ожидать:

- Развитие нейросетей для адаптивного саундтрека в фильмах и играх.
- ИИ-сценаристов, создающих полноценные фильмы без участия человека.
- Гиперперсонализацию контента, где музыка и фильмы будут подстраиваться под эмоциональное состояние зрителя.

Искусственный интеллект уже играет важную роль в кино и музыке, помогая режиссерам, музыкантам и продюсерам создавать уникальный контент и делать его доступнее и интереснее для аудитории.

Искусственный интеллект в видеоиграх

В игровой индустрии искусственный интеллект (ИИ) играет ключевую роль, влияя на геймплей, адаптацию сложности и взаимодействие игроков с виртуальными мирами. Современные игры используют машинное обучение и алгоритмы ИИ для создания более реалистичных NPC, процедурной генерации окружения и персонализированного игрового опыта.

Динамическое поведение врагов — в играх вроде *Alien: Isolation* враг (Чужой) использует ИИ для слежки за игроком, обучаясь на его действиях. Продвинутое диалоги — *The Elder Scrolls V: Skyrim* и *Cyberpunk 2077* используют алгоритмы для генерации ответов NPC, делая разговоры более живыми. Социальное взаимодействие NPC — в *Red Dead Redemption 2* персонажи помнят действия игрока, реагируя на них в будущем.

ИИ используется для создания уникальных локаций, карт и уровней, что делает каждое прохождение игры особенным: *Minecraft* и *No Man's Sky* генерируют бесконечные миры с помощью алгоритмов процедурной генерации. *Rogue-like* игры (например, *Hades* и *The Binding of Isaac*) используют ИИ для создания случайных уровней, повышая реиграбельность. *Deep Learning Super Sampling (DLSS)* — технологии, как у *NVIDIA*, помогают улучшать графику в реальном времени.

Многие модели позволяют подстраивать сложность игры под уровень игрока, делая игровой процесс более увлекательным: *Dynamic Difficulty Adjustment (DDA)* — в играх типа *Resident Evil 4* и *Left 4 Dead* сложность динамически меняется в зависимости от успехов игрока. *The Legend of Zelda: Breath of the Wild* использует ИИ для регулировки поведения врагов и погодных условий. Умные игровые ассистенты — в *Dota 2* *OpenAI Five* обучался, анализируя миллионы партий, а в шахматах *AlphaZero* научился играть на уровне гроссмейстеров без предварительных данных.

4. Искусственный интеллект в анимации и симуляции

Становятся новой тенденцией в игровом мире: технологии, как в *The Last of Us Part II*, обеспечивают естественные анимации персонажей (*Motion Matching AI*). Физические симуляции в *FIFA* и *NBA 2K* ИИ моделирует поведение игроков на основе реальных данных. Реалистичная толпа в *Assassin's Creed* используется ИИ для управления массовыми сценами.

Будущее ИИ в видеоиграх

В ближайшие годы мы можем застать полностью автономных NPC, способных вести реалистичные беседы и обучаться в процессе игры, генерацию целых игр — ИИ сможет создавать сюжет, миссии и даже диалоги в реальном времени, Игровой процесс, адаптируемый к эмоциям.

Виртуальная и дополненная реальность (VR/AR) и искусственный интеллект

Виртуальная (VR) и дополненная реальность (AR) в сочетании с искусственным интеллектом открывают новые горизонты в индустрии

развлечений. Эти технологии делают цифровые миры более реалистичными, а взаимодействие с виртуальными объектами — естественным. Использование ИИ в VR и AR позволяет улучшать графику, адаптировать контент под пользователя и создавать интеллектуальных виртуальных персонажей.

ИИ активно используется в мобильных AR-играх и приложениях: игры с дополненной реальностью, такие как Pokémon GO и Harry Potter: Wizards Unite используют машинное обучение для анализа окружающего мира и адаптации игрового процесса. Netflix и Disney уже тестируют AR-контент, позволяя пользователям взаимодействовать с персонажами через смартфоны и AR-очки. В ближайшие годы нас ожидает полное погружение в виртуальную реальность, где ИИ будет адаптировать окружение под настроение и предпочтения пользователя. ИИ-управляемые персонажи, способные вести осмысленные диалоги и взаимодействовать с игроками в VR-мирах станут обыденностью. Развитие AR в повседневной жизни, включая интеллектуальные голограммы и интерактивные AR-эксперименты не будут ничем удивительным.

Искусственный интеллект, объединенный с виртуальной и дополненной реальностью, создаст новые формы развлечений, где границы между цифровым и реальным миром станут практически незаметными. Перспективы и вызовы искусственного интеллекта в индустрии развлечений. ИИ будет еще точнее анализировать вкусы пользователей, предлагая уникальные развлечения. Возможны следующие сценарии: автоматическое создание фильмов и сериалов, где ИИ будет адаптировать сценарий и стиль повествования под зрителя; музыкальные треки, сгенерированные в реальном времени, соответствующие настроению человека; игры, меняющиеся в зависимости от эмоций игрока, где искусственный интеллект будет динамически подстраивать сюжет и сложность. ИИ может стать основой для создания фотореалистичных цифровых актеров, способных полностью заменить живых актеров в кино, умных NPC в играх, ведущих осмысленные беседы и принимающих логические решения, виртуальных инфлюенсеров и артистов, взаимодействующих с аудиторией наравне с реальными людьми. Возможно реализация ИИ создавать полностью адаптивные VR- и AR-миры, реагирующие на поведение пользователя. Улучшатся технологии передачи тактильных ощущений и эмоций через виртуальную среду.

Основные вызовы и проблемы

- Замена человеческого творчества — если ИИ начнет создавать искусство и контент самостоятельно, как это отразится на роли художников, писателей и музыкантов?
- Опасность манипуляций - глубокие фейки (deepfake) могут использоваться для создания ложной информации или имитации знаменитостей.
- Кому принадлежат произведения, созданные ИИ? Многие страны пока не имеют четкого законодательства в этой сфере.

- Как регулировать использование ИИ в кино и музыке? Уже сейчас компании тестируют нейросети для создания контента, но вопросы лицензирования остаются открытыми.

- Высокая стоимость технологий — не все студии могут позволить себе дорогостоящие ИИ-решения.

- Ограничения в обработке данных — несмотря на прогресс, ИИ все еще далек от полного понимания человеческих эмоций и креативности.

Заключение

ИИ в индустрии развлечений продолжает стремительно развиваться, предлагая новые способы создания и потребления контента. Однако этот прогресс сопровождается вызовами, требующими комплексного подхода. Будущее развлечений, основанных на искусственном интеллекте, обещает быть увлекательным и инновационным, но при этом важно учитывать этические и юридические аспекты его использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach : 4th ed. — Pearson, 2020.
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. — MIT Press, 2016.
3. McKenzie C. Artificial Intelligence in the Entertainment Industry: The Future of Digital Media. — Routledge, 2021.
4. Gershgor D. How AI Is Changing the Film Industry // Harvard Business Review. — 2019.
5. Shin D., Biocca F. Exploring Immersion in Virtual Reality: AI-driven Personalization in VR Environments // Journal of Virtual Reality and Intelligent Interaction. — 2018. — № 12(3). — С. 45-60.

УДК 615.47:621.3:004

Қабдылсамет А. (253-ММИ-1, ВКТУ), Алонцева Д.Л. (д.ф.-м. н., ВКТУ)

СОЗДАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ПОРТАТИВНОЙ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

Аннотация. В статье представлены принципы разработки портативной автономной системы вентиляции легких, выполненной в виде компактного чемоданчика. Система включает модуль мониторинга на основе пульсоксиметра с датчиком MAX30100 и датчиком давления, а также блок подачи воздуха с использованием мешка Амбу или мощных двигателей. Описаны технические решения, включая питание от литиевых аккумуляторов, и перспективы применения системы в экстренной медицине и удаленных регионах.

Ключевые слова: мешок Амбу, система, расчет, подбор, алгоритм, конструкция, программа, схема, портативная вентиляция легких, автономная система, пульсоксиметр, ESP32, MAX30100, литиевые аккумуляторы.

В условиях пандемий, стихийных бедствий и необходимости оказания экстренной медицинской помощи в удаленных регионах возрастает потребность в портативных и автономных устройствах для респираторной поддержки. Разработка портативной системы вентиляции легких, выполненной в виде компактного чемоданчика, является актуальной задачей. Такое устройство должно быть легким, мобильным и способным работать в автономном режиме, что особенно важно в условиях отсутствия стационарного медицинского оборудования.

Целью данной работы является описание принципов создания и применения портативной автономной системы вентиляции легких, включающей модуль мониторинга на основе ESP32 и датчика MAX30100, а также блок подачи воздуха с использованием мешка Амбу или мощных двигателей [1].

Система разрабатывается в виде компактного чемоданчика, что обеспечивает удобство транспортировки и использования. Корпус устройства изготавливается из легких и прочных материалов, таких как алюминиевые сплавы или композиты, что позволяет минимизировать вес и сохранить высокую прочность.

Модуль мониторинга включает пульсоксиметр на основе микроконтроллера ESP32 и датчика MAX30100 для измерения уровня кислорода в крови (SpO₂) и частоты пульса. Датчик MAX30100 является оптическим и работает на основе принципа фотоплетизмографии, что позволяет получать точные данные без инвазивного вмешательства. Дополнительно в систему интегрирован датчик давления, который контролирует параметры вентиляции, такие как давление в дыхательных путях и объем подаваемого воздуха [2].

Для подачи воздуха рассматриваются два варианта: использование мешка Амбу с механическим приводом или мощных двигателей с

электронным управлением. Мешок Амбу — это простое и надежное решение, которое может быть использовано в условиях отсутствия электроэнергии. Однако его применение требует ручного управления или дополнительных механизмов для автоматизации. Альтернативой являются мощные двигатели, которые позволяют автоматизировать процесс вентиляции и регулировать параметры подачи воздуха в зависимости от состояния пациента.

Так называемая «сумка Амбу» или «мешок Амбу» — это простое механическое ручное устройство для выполнения временной искусственной вентиляции легких, входящее в стандартный комплект медицинского оборудования реанимобилей, а также применяющееся в операционных и отделениях реанимации многих больниц и клиник.

Основа этого простого устройства — мешок из мягкого воздухонепроницаемого материала, снабженный системой клапанов. Для вентиляции легких пациента оператор сжимает мешок в такт попыткам пациента инициировать вдох, фиксируемых оператором визуально.

Основная идея исследования состоит в создании автоматического аппарата временной искусственной вентиляции легких, состоящего из сумки Амбу, снабженной механическим захватом, приводящимся в действие электроприводом, и системы автоматического управления этим электроприводом, обеспечивающим синхронизацию подачи воздуха системой с ритмом дыхания пациента [3].

В качестве сигнала обратной связи системы автоматического управления захватом планируется использовать данные накладного расходомера воздуха, устанавливаемого на воздуховодной трубке дыхательной маски.

Необходимо отметить, что в целом в системах искусственной вентиляции легких схема системы управления обычно является той или иной формой контроля давления. При этом контроллер управления разрабатывается на основе математической модели дыхательного процесса человека так, чтобы обеспечить хорошее временное соответствие принудительной подачи воздуха аппаратом с инициируемым пациентом вдохом.

От системы управления требуется надежное детектирование начала процесса вдоха и быстрый отклик (разумеется, в режиме реального времени), что заставляет предъявлять высокие требования не только к технической реализации контроллера управления, но и к адекватности модели дыхательного процесса, на которой основывается принцип действия системы управления. Поэтому одной из задач работы является выбор адекватной физико-математической модели процесса дыхания человека и создание на ее основе системы автоматического управления электроприводом, управляющего захватом на сумке Амбу, удовлетворяющей упомянутым выше требованиям.

Питание системы осуществляется от литиевых аккумуляторов, которые обеспечивают автономную работу достаточно долгое время. Аккумуляторы

выбраны благодаря их высокой энергоемкости, малому весу и длительному сроку службы. Для управления системой используется микроконтроллер ESP32, который также отвечает за сбор данных с датчиков и их передачу на внешние устройства, такие как смартфоны или планшеты, через Bluetooth или Wi-Fi.

На текущем этапе разработана концепция системы и проведено моделирование ее работы. На Рисунке 1 представлена схема устройства.

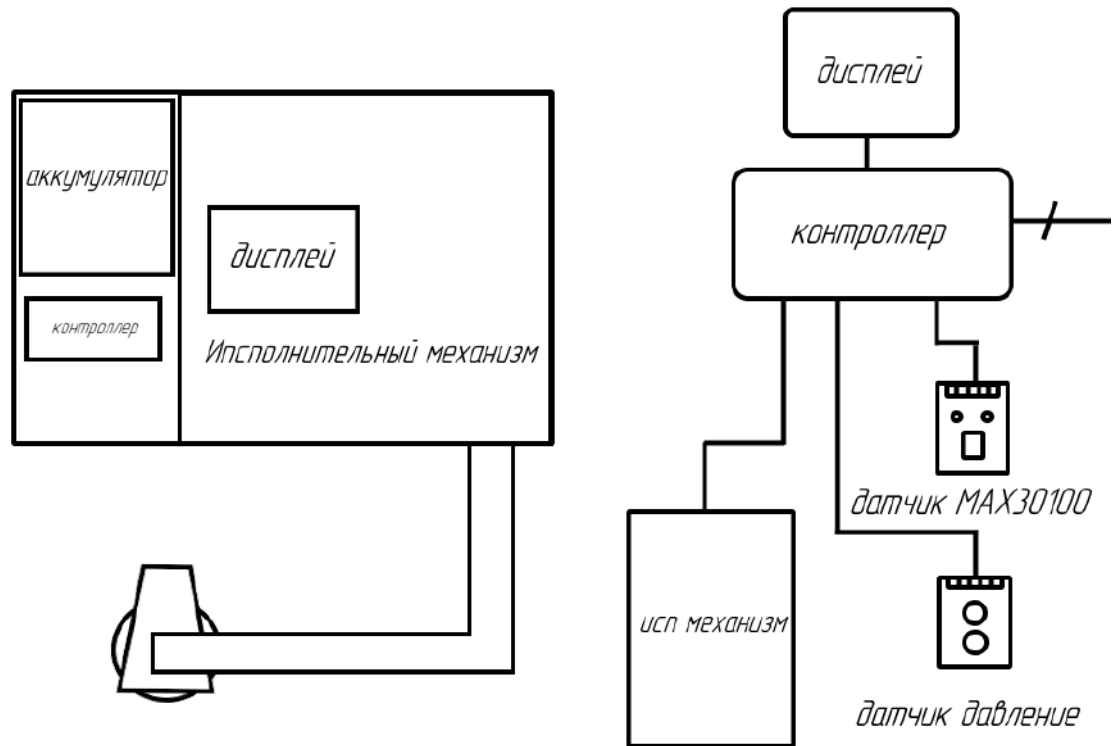


Рисунок 1 - Схема портативной автономной системы вентиляции легких

Модуль мониторинга успешно протестирован в лабораторных условиях. Пульсоксиметр на основе ESP32 и MAX30100 показал высокую точность измерений, сравнимую с коммерческими аналогами. Датчик давления также продемонстрировал стабильную работу при различных уровнях нагрузки.

Использование ESP32 и датчика MAX30100 позволяет создать компактный и энергоэффективный модуль мониторинга, который обеспечивает точное измерение ключевых параметров пациента. Микроконтроллер ESP32 обеспечивает не только обработку данных, но и возможность их передачи на внешние устройства, что делает систему удобной для использования медицинским персоналом [4 -6].

Применение литиевых аккумуляторов обеспечивает длительную автономную работу системы, что особенно важно в условиях удаленных регионов или при длительной транспортировке пациентов. Однако для увеличения времени работы системы может потребоваться использование дополнительных аккумуляторов или более энергоэффективных компонентов.

Выбор между мешком Амбу и мощными двигателями для подачи воздуха зависит от требований к мобильности и мощности системы. Мешок Амбу обеспечивает простоту и надежность, в то время как двигатели позволяют автоматизировать процесс вентиляции и регулировать параметры подачи воздуха в зависимости от состояния пациента.

Дополнительные аспекты разработки

Одним из ключевых аспектов разработки является обеспечение безопасности системы. Для этого предусмотрены механизмы аварийного отключения, а также система оповещения о критических изменениях состояния пациента. Например, при снижении уровня SpO₂ ниже допустимого порога система автоматически увеличивает подачу кислорода и подает звуковой сигнал для привлечения внимания медицинского персонала.

Еще одним важным аспектом является эргономика устройства. Компактный чемоданчик оснащен удобной ручкой для переноски и отсеками для хранения дополнительных аксессуаров, таких как маски, трубки и запасные аккумуляторы. Это делает систему удобной для использования в полевых условиях.

Технические характеристики системы:

Вес: не более 5 кг.

- Время автономной работы: минимум 4 часов.
- Параметры мониторинга: SpO₂, частота пульса, давление в дыхательных путях.
- Питание: литиевые аккумуляторы емкостью минимум 10 000 мАч.
- Интерфейс связи: Bluetooth, Wi-Fi.
- Габариты: 40x30x15 см.
- Перспективы применения

Разрабатываемая система может быть использована в различных сценариях, включая:

- Экстренную медицинскую помощь при стихийных бедствиях и катастрофах.
- Транспортировку пациентов в условиях ограниченных ресурсов.
- Оказание помощи в удаленных регионах, где отсутствует стационарное медицинское оборудование.
- Использование в военно-полевой медицине.
- Применение в домашних условиях для пациентов с хроническими заболеваниями дыхательной системы.

Разработка портативной автономной системы вентиляции легких также имеет экономическое значение. Устройство может быть произведено по относительно низкой стоимости благодаря использованию доступных компонентов, таких как ESP32 и MAX30100. Это делает систему доступной для медицинских учреждений в развивающихся странах и регионах с ограниченными ресурсами.

Разрабатываемая портативная автономная система вентиляции легких представляет собой перспективное решение для оказания респираторной поддержки в экстренных условиях. Устройство сочетает в себе компактность, мобильность и высокую функциональность, что делает его применимым в различных медицинских сценариях.

Дальнейшие исследования будут направлены на сборку и тестирование прототипа, а также на оптимизацию его технических характеристик. Особое внимание будет уделено уменьшению веса устройства, увеличению времени автономной работы и улучшению точности мониторинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pulse oximetry: fundamentals and technology update- Nitzan M, Romem A, Koppel R <https://doi.org/10.2147/MDER.S47319> Иванов А.А., Петров Б.С. Современные технологии в медицине. – М.: Медицинская литература, 2022. – 320 с.
2. Mechanical Ventilation: State of the Art. Tàì Pham , Laurent J Brochard , Arthur S Slutsky – DOI: 10.1016/j.mayocp.2017.05.004
3. ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – М.: Стандартинформ, 2003.
4. Rural and remote care: Overcoming the challenges of distance Donna Goodridge, Darcy Marciniuk <https://doi.org/10.1177/147997231663341>
5. Lee H., Kim S. Development of a Portable Ventilator Using a Microcontroller. – Biomedical Engineering Letters, 2019. – Vol. 9. – P. 123-130.
6. Pulse oximetry: fundamentals and technology update- Nitzan M, Romem A, Koppel R <https://doi.org/10.2147/MDER.S47319>

УДК 373.5

Қалиева А.А. (24-БЭ-1, ВКТУ), Крыкпаева А.А. (к.ф-м.н, ВКТУ)

ОТ ПЛОСКОСТИ К ПРОСТРАНСТВУ: НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА СТЕРЕОМЕТРИЮ

Аннотация. В данной работе рассматривается проблема восприятия стереометрических фигур при изучении математики. Многие школьники и студенты испытывают трудности с визуализацией объемных тел и построением сечений на плоскости, что отрицательно сказывается на понимании материала. Целью работы является упрощение процесса обучения стереометрии за счёт внедрения 3D-моделирования. С помощью интерактивных трёхмерных моделей учащиеся могут визуализировать фигуры и их сечения в пространстве, что облегчает понимание сложных концепций. Используемый метод позволяет более наглядно продемонстрировать геометрические взаимосвязи и улучшает восприятие материала. Работа способствует повышению качества образования и может быть использована в учебных заведениях в рамках реализации конкретной темы «Применение определенных интегралов в геометрических задачах»

Ключевые слова: стереометрия, 3D-моделирование, визуализация, геометрические фигуры, образовательные технологии, пространственное мышление, интерактивное обучение.

Почему, несмотря на развитие технологий, мы до сих пор учим стереометрию с помощью двухмерных рисунков? На уроках геометрии многие сталкиваются с одной и той же проблемой — как представить объёмную фигуру, глядя на её двумерный чертёж? Плоскости пересекаются, линии прерываются, а представить результат в голове под силу далеко не каждому. Но современные технологии позволяют решить эту задачу — через 3D-моделирование (рис. 1).

Теоретическая основа

Стереометрия - это раздел геометрии, изучающий фигуры в трёхмерном пространстве. Её задачи включают исследование свойств объёмных тел, их элементов (граней, рёбер, вершин), а также определение объёмов, площадей поверхностей и взаимных расположений фигур. Стереометрия играет важную роль в математике и находит применение в архитектуре, инженерии и дизайне.

Ключевые фигуры в стереометрии: Основные объёмные фигуры, изучаемые в стереометрии:

- Призма - многогранник с двумя параллельными и равными основаниями.
- Пирамида - многогранник с основанием в виде многоугольника и вершиной вне плоскости основания.
- Цилиндр - тело, образованное вращением прямоугольника вокруг одной из его сторон.

- Конус - тело, образованное вращением прямоугольного треугольника вокруг одного из катетов.
- Сфера - множество точек в пространстве, равноудалённых от одной точки (центра).

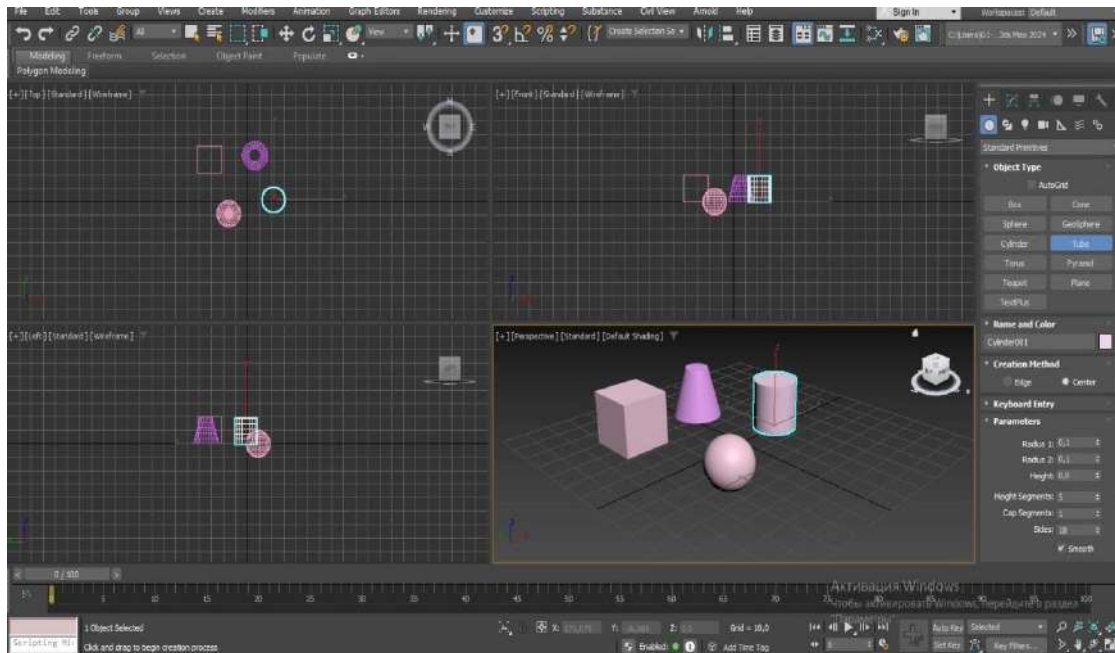


Рисунок 1- Интерфейс программного обеспечения

Сечения в стереометрии: Сечение - это фигура, образованная пересечением плоскости с объёмным телом. Основные типы сечений:

- Плоские сечения - получаются при пересечении фигуры плоскостью (например, круг в цилиндре).
- Криволинейные сечения - возникают при пересечении фигур, таких как конусы или сферы (например, эллипс).

Сложность построения сечений заключается в необходимости пространственного воображения для правильного отображения пересечений на плоскости.

Почему стереометрия сложна для восприятия: Многие школьники и студенты сталкиваются с когнитивными барьерами при изучении стереометрии. Трудности возникают из-за необходимости представления трёхмерных объектов и их сечений в уме. Также плоские рисунки часто создают путаницу из-за наложения линий и скрытых элементов.

Проблематика и актуальность

Почему важно улучшить понимание стереометрии: Стереометрия важна для студентов, инженеров, архитекторов и дизайнеров, так как она развивает пространственное мышление и навыки работы с объёмными объектами.

Анализ традиционных методов преподавания: Сейчас стереометрию преподают с помощью двумерных рисунков, что усложняет понимание

сложных сечений и пространственных связей, ведь часто сталкиваются с трудностями при визуализации пересечений.

Психологический аспект: Исследования показывают, что около 60% людей являются визуалами и лучше воспринимают информацию через наглядные образы. Это делает 3D-моделирование эффективным инструментом для изучения стереометрии.

Методы решения через 3D-моделирование

Принципы 3D-моделирования: 3D-моделирование позволяет создавать объёмные объекты, добавлять к ним плоскости для построения сечений и визуализировать пересечения.

Выбор инструментов: Для создания стереометрических фигур можно использовать программы и платформы:

- Blender
- Creo parametric
- 123Desing
- 3d max

Создание модели:

- Построение объёмной фигуры.
- Добавление плоскости для построения сечения.
- Визуализация линии пересечения.
- Возможность вращения модели и изучения её под разными углами.
- Интерактивные элементы: пользователь может изменять положение плоскости, вращать фигуру и изменять масштаб.

Практическая часть проекта

Примеры 3D-моделей:

- Простые фигуры: пирамида с сечением, параллельным основанию; куб с диагональным сечением.
- Сложные фигуры: усечённые пирамиды, многогранники с несколькими сечениями.

Сравнение:

- Демонстрация плоского изображения фигуры и её 3D-модели.
- Показ, как объёмная визуализация упрощает восприятие и понимание.

Преимущества и ограничения 3D-моделирования

Преимущества:

- Улучшение пространственного мышления.
- Лёгкость в изучении сложных сечений.
- Интерактивность: возможность вращения и масштабирования модели.
- Повышение вовлечённости студентов.

Ограничения:

- Необходимость установки программного обеспечения.
- Потребность в базовых навыках работы с 3D-моделями.

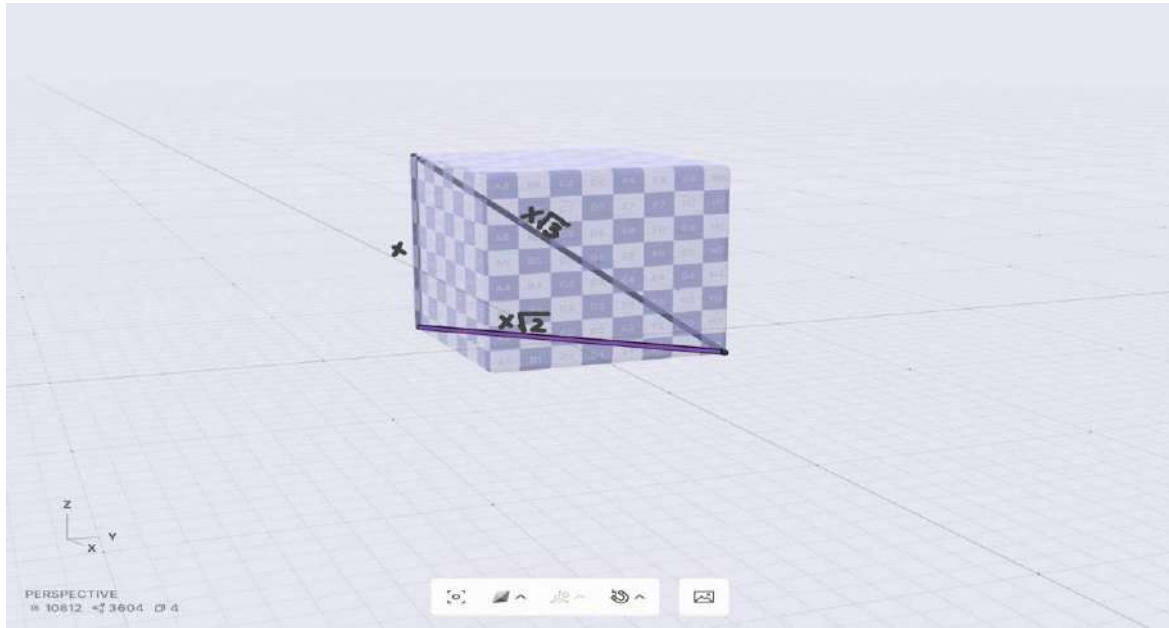


Рисунок 2 – Построение 3D модели

Потенциал дальнейшего развития

- Виртуальная и дополненная реальность: интеграция 3D-моделей в VR/AR для более глубокого погружения.
- Интерактивные обучающие платформы: создание онлайн-ресурсов для изучения стереометрии.
- Геймификация обучения: разработка обучающих игр для решения задач по стереометрии в 3D-среде.

Выводы

3D-моделирование значительно упрощает изучение стереометрии, позволяя наглядно представить сложные фигуры и их сечения. Использование объёмных моделей в образовательном процессе развивает пространственное мышление и повышает интерес студентов к предмету.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives, 2017
2. Применение 3д-технологий для решения стереометрических задач Шаповалов Д.Н., Чернобабова К.В.
3. Ортогональные проекции и 3D-моделирование в стереометрии. Учебное пособие: Любовь Юренкова, 2020

УДК 681.5

Кұбайдолданов М.М. (23-МАУ-2т, ВКТУ), Красавин А. Л. (PhD, ВКТУ)

ПОЗИЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ УГЛОМ ПОВОРОТА ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ КОЛЕСНОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Аннотация. В данной работе рассматривается система управления углом поворота вала коллекторного двигателя, используемая в мобильных роботах на колесах. Описываются ключевые компоненты системы, включая коллекторные двигатели с редукторами и инкрементальными энкодерами, а также использование PID-регуляторов для точного контроля угла поворота вала и скорости двигателя. Рассматриваются различные аспекты работы системы, такие как настройка регуляторов для достижения высокой точности в движении и корректировка ошибок, возникающих в процессе эксплуатации. Работа акцентирует внимание на важности правильного выбора параметров управления для обеспечения стабильной и точной работы системы в условиях изменения нагрузки и других внешних факторов.

Ключевые слова: коллекторный двигатель, управление углом поворота, мобильный робот, PID-регулятор, энкодер, редуктор, точность управления, скорость мотора, система обратной связи, микроконтроллер.

Введение. Коллекторные двигатели постоянного тока активно применяются в высокопроизводительных системах привода благодаря своим преимуществам, таким как высокая динамическая реакция и низкая стоимость. Эти двигатели широко используются в промышленности, роботизированных манипуляторах и бытовой технике, где требуется точный контроль угла поворота вала и скорости.

Коллекторные двигатели бывают с отдельным и самовозбуждением. В данном проекте используется двигатель с отдельным возбуждением, где обмотка поля и якорь питаются от разных источников. Управление направлением вращения с использованием датчика приближения было рассмотрено в [2], а математическая модель управления позволяет ускорить процесс разработки [7-8].

Использование PID-регулятора для контроля угла поворота и скорости коллекторных двигателей на микроконтроллере ARM Cortex M3 рассмотрено в [3], а управление с использованием платформы Arduino и MATLAB Simulink Coder — в [4]. Важным аспектом является настройка PID-регулятора для точного контроля, что позволяет поддерживать заданный угол поворота и динамически изменять его в зависимости от условий.

Современные системы управления требуют адаптивных контроллеров, способных справляться с изменениями параметров системы. В таких системах часто применяется четырёхквadrантное управление для двустороннего контроля скорости и рекуперативного торможения [8].

Структура системы управления

Система управления состоит из двух коллекторных двигателей, каждый из которых оснащён инкрементальным энкодером, контроллера Arduino

Mega 2560, а также привода коллекторных двигателей с драйвером L298 и источника питания, как показано на рисунке 1. Контроллер Arduino Mega 2560 принимает сигнал от энкодера, вычисляет угол поворота вала двигателя и сравнивает ошибку с желаемым значением. Цикл работы сигнала ШИМ (широтно-импульсной модуляции) корректируется в зависимости от отклонения для получения управляющего напряжения, которое используется для точного управления углом поворота двигателя.

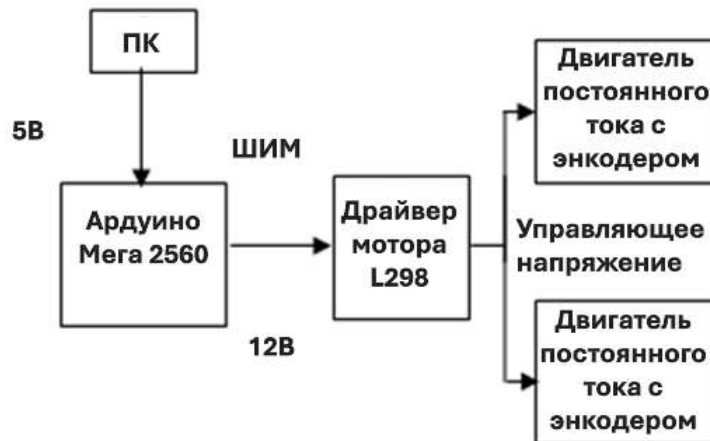


Рис.1. Структурная схема системы управления.

Проектирование PID регулятора

PID-регулятор представляет собой комбинацию пропорционального, интегрального и дифференциального регуляторов и используется в системе с обратной связью для управления углом поворота коллекторного двигателя. Блок-схема системы управления углом поворота с PID-регулятором представлена на рисунке 2. Переменная (e) обозначает ошибку отслеживания, то есть разницу между желаемым углом поворота (Pd) и фактическим углом поворота (Pa). Управляющий сигнал (u) вычисляется как произведение пропорционального усиления (Kp) на величину ошибки, плюс интегральное усиление (Ki), умноженное на интеграл ошибки, плюс дифференциальное усиление (Kd), умноженное на производную ошибки. Управляющий сигнал (u) передаётся на коллекторный двигатель, и получаемое новое значение (Pa) возвращается в систему для вычисления новой ошибки (e).

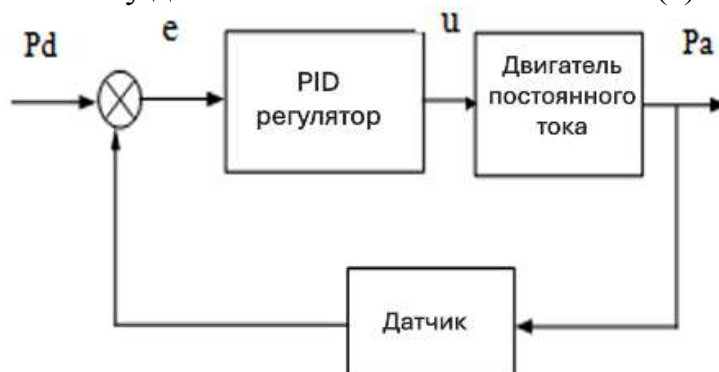


Рис.2. ПИД-регулятор.

Передаточная функция PID регулятора

Передаточная функция PID регулятора представлена следующим образом:

$$U(t) = K_p * e(t) + K_i * \int e(t) dt + K_d * de(t)/dt \quad (1)$$

где:

K_p - пропорциональное усиление,

K_i - интегральное усиление,

K_d - дифференциальное усиление.

PID-регулятор работает как механизм с обратной связью, минимизируя ошибку между измеренным и желаемым значением угла поворота, корректируя управляющие входы системы. Для генерации импульсов ШИМ используется контроллер Arduino Mega2560, который управляет углом поворота двигателя.

В системе мобильного робота используется коллекторный двигатель с редуктором 19:1 и инкрементальным энкодером. Этот двигатель представляет собой мощный 12-вольтовый коллекторный мотор с металлическим редуктором 18,75:1, оснащённый интегрированным квадратичным энкодером, который обеспечивает разрешение в 64 отсчёта на полный оборот вала двигателя. Это соответствует 1200 отсчётам на оборот выходного вала редуктора. Энкодеры используют оптические или магнитные датчики для отслеживания положения и обеспечивают необходимую точность измерений угла поворота.

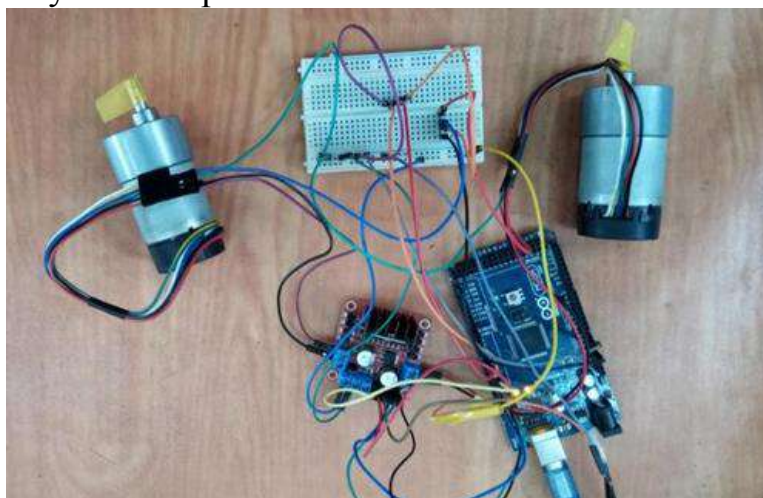


Рис.3. Конструкция системы управления двигателем постоянного тока.

Результаты

Результаты работы системы управления углом поворота коллекторного двигателя можно выразить в виде программы для Arduino и разработанного интерфейса CoolTermWin с использованием инструмента MATLAB. Желаемый угол поворота двигателя составляет 90 градусов. Параметры усиления K_p , K_i и K_d PID-регулятора настраиваются с использованием метода ручной настройки в программе для Arduino для эффективного достижения желаемого угла. Сначала значения K_i и K_d устанавливаются в ноль. При установке значения K_p , результат системы управления углом

поворота отображается на рисунке 4. В этом случае фактический угол значительно превышает желаемый. Затем устанавливаются значения K_p и K_d , результат системы управления показан на рисунке 5. В этом случае фактический угол всё ещё превышает желаемый. Далее устанавливаются значения K_p , K_d и K_i , результат работы системы управления отображается на рисунке 6. В этом случае фактический угол не достигает желаемого. После этого увеличивается значение K_p , так как фактический угол не достиг желаемого. Результат системы управления углом показан на рисунке 7. В этом случае фактический угол достигает желаемого значения, но с небольшим превышением.

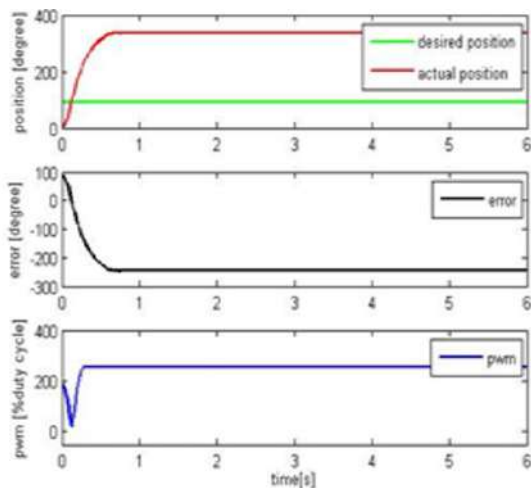


Рис.4. Управление положением двигателя постоянного тока с помощью П-регулятора ($K_p = 0,1$).

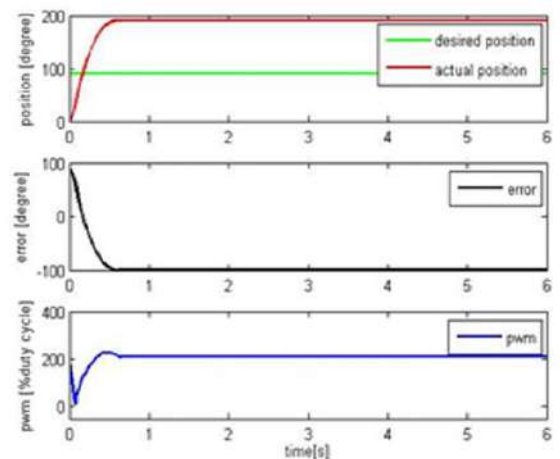


Рис.5. Управление положением двигателя постоянного тока с помощью ПД-регулятора ($K_p = 0,1$, $K_i = 0,1$).

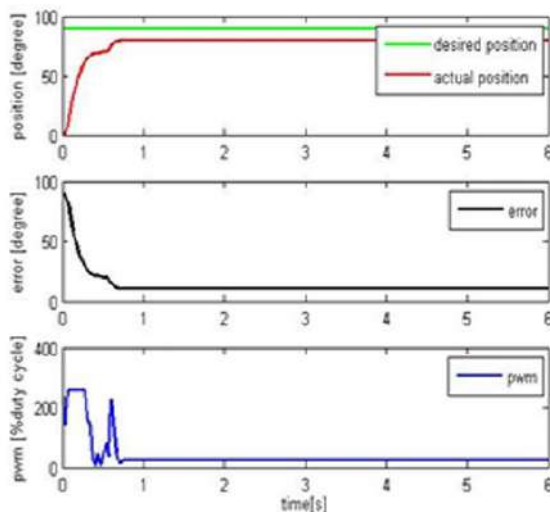


Рис.6. Управление положением двигателя постоянного тока с помощью ПИД-регулятора ($K_p = 0,1$, $K_i = 0,0000001$, $K_d = 0,1$).

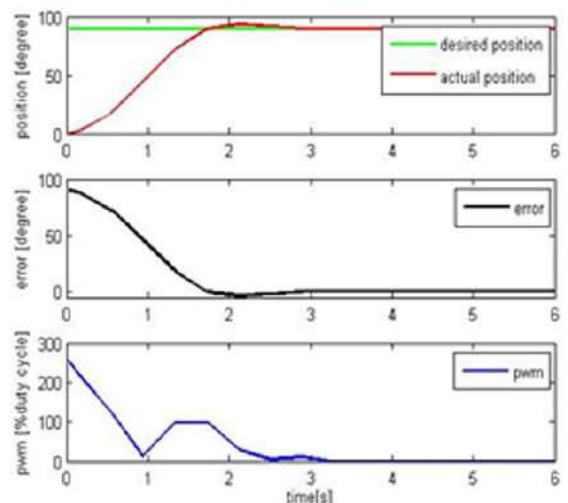


Рис.7. Управление положением двигателя постоянного тока с помощью ПИД-регулятора ($K_p = 0,1333$, $K_i = 0,0000001$ и $K_d = 0,1$).

Заключение

Точное управление углом поворота коллекторного двигателя для мобильного робота на колесах является важной характеристикой для любых промышленных приложений. Алгоритм на основе PID-регулятора показал хорошую работу при управлении углом поворота коллекторного двигателя в тестовой системе. Сначала устанавливается значение K_p . В этом случае фактический угол значительно превышает желаемый. Затем устанавливается значение K_d , и фактический угол всё ещё превышает желаемый. После этого устанавливается значение K_i , но фактический угол не достигает желаемого. Затем увеличивается значение K_p , и фактический угол достигает желаемого, но с небольшим превышением. Разработанная система может быть расширена для управления четырьмя коллекторными двигателями для мобильного робота на колесах. Также данные о расстоянии до препятствия могут быть использованы в качестве ориентира для управления положением двигателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. F.M. Shaik, M.K. Feroz, M.Sayeed, M.Nizamuddin and M. A. R. Uzair, 2016. Forward and reverse control of DC motor using proximity sensor (limit switch), International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR) Volume 5, Issue 11.
2. Wang X, Yin T, Chen J, et al, 2015. Rapid design of DC motor speed control system based on MATLAB. Applied Mechanics & Materials, 743:168-171.
3. Márcio R. C. Reis ,Felippe S. Silva, Wanderson R. H. Araújo, Wesley P. Calixto, Daniel S. Araújo, Iago N. Mendes and Rafael M. Rose, 2016. Speed control for direct current motor using optimization tuning for PID controller, IEEE.
4. Padmaprakash and Divya K Pai, 2016. Closed loop speed control of dc motor using PID controller, NMAM Institute of Technology, Nitte Vol. 4, Special Issue 2, April.
5. Soh. C.S., Bi. C., Chua. K.C, 2006. Direct PID tuning for spindle motor systems, Asia-Pacific Magnetic Recording Conference.
6. Munadi, Akbar M A. Simulation of fuzzy logic control for DC servo motor using Arduino based on MATLAB/ Simulink[C]. IEEE International Conference on Intelligent Autonomous Agents, Networks and Systems. IEEE, 2014:42-46.
7. S.Manasa, S. Rani.T , M. Veda chary, 2015. Position control of DC motor using PID controller, International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS) Volume 1, Issue 3 .
8. Ramesh Chandra Chourasia, Mukesh Kumar, 2013. Speed Control of S.E.D.C. Motor by Using PI and Fuzzy Logic Controller. International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE), Volume-3, Issue-2.

УДК 004.93

Лопаткин Д. (инженер, ВКТУ), Попова Г.В. (к.ф.-м.н., ВКТУ), Вайс Ю.А. (к.т.н., ВКТУ), Рохас-Криулько Н.П. (преподаватель, ВКТУ), Котлярова И.А. (старший преподаватель, ВКТУ)

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ С КОНТРОЛИРУЕМЫМ УРОВНЕМ КОГНИТИВНОЙ СЛОЖНОСТИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация. В работе представлена система автоматической генерации тестовых заданий с множественным выбором ответов (MCQ), основанная на современных методах обработки естественного языка и больших языковых моделях. Разработанное решение реализует трехэтапный процесс: начальную генерацию вопросов, критический анализ и адаптивное улучшение, что позволяет динамически контролировать уровень когнитивной сложности заданий в диапазоне от базового до экспертного (1-10 баллов). Архитектура системы интегрирует языковую модель YandexGPT-5-Lite-8B-instruct-Q4_K_M с функциональными модулями формирования промптов, генерации, анализа и улучшения вопросов. Экспериментальная оценка на выборке из русскоязычных текстов продемонстрировала высокую эффективность системы по критериям грамматической корректности (10,0/10), ясности формулировок (9,81/10) и релевантности контексту (9,49/10), при этом выявлены направления для совершенствования точности соответствия заданному уровню сложности (5,80/10) и качества дистракторов (8,42/10). Предложенный подход показывает значительный потенциал для автоматизации процесса создания качественных тестовых материалов в образовательной сфере.

Ключевые слова: Автоматическая генерация тестовых заданий, Обработка естественного языка, Языковая модель, Адаптивное улучшение, Когнитивная сложность

Введение

В современном образовательном процессе тестовые задания с множественным выбором ответов (Multiple Choice Questions, MCQ) являются одним из основных инструментов оценки знаний обучающихся. Однако ручное создание качественных MCQ требует значительных временных затрат и специальных навыков, что делает автоматизацию этого процесса актуальной научно-практической задачей. Данная статья представляет систему автоматизированной генерации тестовых заданий с множественным выбором на основе современных методов обработки естественного языка и крупных языковых моделей. Разработанное решение позволяет динамически адаптировать уровень сложности вопросов согласно заданным параметрам и включает механизмы критического анализа и улучшения генерируемого контента. В работе описывается архитектура системы, методология формирования вопросов различной когнитивной сложности, а также результаты экспериментальной оценки эффективности предложенного подхода на основе русскоязычных текстов.

Обзор существующих решений

Автоматизированная генерация вопросов с несколькими вариантами ответов (MCQ) с использованием методов обработки естественного языка (NLP) и машинного обучения (ML) была признана сложной, но ценной задачей для образования и оценки. Ручное создание MCQ занимает много времени, что мотивирует разработку автоматизированных систем [1].

Предыдущие работы в этой области изучали различные методологии. Системы на основе правил были ранним подходом, определяющим конкретные правила для генерации различных типов MCQ. [1] В последнее время исследования были сосредоточены на использовании возможностей моделей и алгоритмов NLP для предварительной обработки текста, определения ключевой информации, формулирования релевантных вопросов и создания правдоподобных отвлекающих факторов [1]. Такие методы, как токенизация, лемматизация, разметка частей речи (POS) и извлекаемое текстовое резюме, включая такие модели, как BERT, использовались для извлечения информативных предложений и ключевых элементов из текстового контента [1]. Алгоритмы кластеризации, такие как K-средние, использовались для определения релевантных предложений для генерации вопросов [1].

Значительной проблемой при автоматической генерации MCQ является создание эффективных отвлекающих факторов, а также определение ключевых и информативных предложений [1, 2]. Некоторые подходы объединяют методы NLP и ML для решения этой проблемы [1]. Процесс обычно включает в себя извлечение информативных предложений, определение ключевого ответа, а затем определение релевантных, но неверных отвлекающих факторов [1, 2].

Недавние достижения привели к применению больших языковых моделей (LLM), таких как GPT-3.5 и GPT-4, как для генерации, так и для оценки MCQ [2, 3, 4]. Эти модели, часто руководствуясь методами инженерии подсказок, такими как подсказки на основе ролей и использование глоссария, могут генерировать контекстно-релевантные вопросы и варианты ответов [3]. Были предложены итеративные структуры самокритики и исправления для повышения качества и сложности MCQ, генерируемых LLM, особенно в таких специализированных областях, как экзамены на получение медицинской лицензии (USMLE) [4]. Эти структуры предполагают, что LLM критикует свои собственные сгенерированные вопросы и итеративно совершенствует их на основе обратной связи [4].

Оценка качества автоматически сгенерированных MCQ имеет решающее значение. Традиционные методы включают ручную экспертную оценку, которая может быть дорогостоящей и отнимать много времени [1, 4]. Чтобы решить эту проблему, в исследованиях изучалось использование LLM в качестве судей для автоматической оценки сгенерированных вопросов на основе различных критериев, таких как релевантность, ясность, грамматика и качество отвлекающих факторов [1, 3, 4].

В нескольких исследованиях подчеркивается разработка комплексных систем для автоматизированного производства MCQ, включая генерацию основ

вопросов, ключей ответов и правдоподобных отвлекающих факторов [1, 2, 5]. Эти системы часто нацелены на эффективность, масштабируемость и более широкую применимость в различных областях, в отличие от более ранних методов, которые могут быть специфичными для области или требовать уже существующих наборов данных [1]. Кроме того, некоторые системы фокусируются на генерации различных типов вопросов, включая вопросы типа Wh и Cloze, и на автоматической генерации ключей ответов для упрощения процесса оценки [1].

Также обсуждается важность выбора информативных предложений из входного текста в качестве основы для генерации MCQ с использованием таких методов, как анализ длины предложения, наличие ключевых слов, шаблоны POS, резюмирование и синтаксический анализ [2]. Более того, тщательное построение вопросительных предложений из выбранных ключевых слов является ключевым шагом в создании осмысленных MCQ с использованием таких методов, как структуры зависимости и wh-слова [2].

Область автоматического создания MCQ эволюционировала от подходов, основанных на правилах, до сложных методов NLP и ML, с недавним акцентом на использовании возможностей LLM для создания высококачественных вопросов и автоматизации процесса оценки.

Основные результаты исследования

Разработанная система (Рисунок 1) представляет собой программный комплекс для автоматизированной генерации тестовых заданий с множественным выбором (Multiple Choice Questions, MCQ), способный динамически адаптировать уровень сложности вопросов согласно заданным параметрам. В основе решения лежит интеграция современной языковой модели с механизмами оценки и коррекции генерируемого контента.

Система реализует подход к созданию тестовых заданий, основанный на трехэтапном процессе:

1. Начальная генерация вопросов на основе исходного текста
2. Критический анализ полученных вопросов с оценкой соответствия заданному уровню сложности
3. Адаптивное улучшение вопросов по результатам анализа

Ключевой особенностью системы является применение контролируемой генерации с последующим рефлексивным анализом, что позволяет добиться высокой точности соответствия вопросов заданному уровню когнитивной сложности.

Архитектура системы:

Ядром системы выступает крупная языковая модель YandexGPT-5-Lite-8B-instruct-Q4_K_M, оптимизированная для выполнения задач в режиме локального запуска с поддержкой аппаратного ускорения GPU. Модель конфигурируется для работы с контекстным окном размером 4096 токенов, что обеспечивает возможность обработки обширных учебных материалов.

Система включает следующие функциональные компоненты:

1. Модуль генерации промптов (`format_mcq_prompt`), формирующий структурированные инструкции для языковой модели с учетом требуемого уровня сложности заданий.
2. Модуль первичной генерации (`generate_mcqs`), отвечающий за создание исходного набора вопросов на основе анализируемого текста.
3. Аналитический модуль (`critique_mcq`), выполняющий критический анализ сгенерированных вопросов по ряду параметров:
 - Соответствие целевому уровню сложности
 - Качество и правдоподобность дистракторов
 - Когнитивные требования, предъявляемые к отвечающему
4. Модуль адаптивного улучшения (`refine_mcq`), корректирующий вопросы на основе результатов анализа для достижения требуемого уровня сложности.
5. Интеграционный модуль (`generate_adaptive_mcqs`), обеспечивающий координацию работы всех компонентов системы и реализацию полного цикла обработки.



Рисунок 1 – Архитектура системы генерации тестовых заданий

Таксономия уровней сложности. В основу классификации уровней сложности заданий положена модифицированная когнитивная таксономия, включающая пять основных градаций:

1. Уровень 1 (базовый): вопросы на простое запоминание информации, представленной в явном виде. Дистракторы легко отличимы от правильного ответа.
2. Уровень 3 (начальный): вопросы на понимание материала, требующие простых выводов. Дистракторы правдоподобны, но имеют явные недостатки.
3. Уровень 5 (средний): вопросы на применение концепций, требующие интеграции информации из разных частей текста. Дистракторы весьма правдоподобны.

4. Уровень 7 (продвинутый): вопросы на синтез и критический анализ, требующие выводов за пределами прямо указанной информации. Дистракторы почти неотличимы от правильного ответа.

5. Уровень 9 (экспертный): вопросы на творческое применение знаний, выявление скрытых закономерностей и экстраполяцию. Дистракторы содержат сложные логические ловушки.

Система поддерживает настройку уровня сложности в диапазоне от 1 до 10, автоматически выбирая ближайшую определенную в таксономии градацию.

Шаблоны промптов. Для обеспечения высокого качества генерации разработаны специализированные шаблоны промптов:

MCQ_BASE_PROMPT — структурированный промпт для первичной генерации, включающий: инструкции по анализу текста, характеристики вопросов заданного уровня сложности, требования к формированию дистракторов, указания по форматированию результатов.

CRITIQUE_PROMPT — промпт для аналитической оценки, ориентированный на: определение фактического уровня сложности вопроса, оценку качества дистракторов, формирование рекомендаций по улучшению, структурированный вывод результатов в формате JSON.

REFINEMENT_PROMPT — промпт для адаптивного улучшения, включающий: исходный вопрос и его анализ, инструкции по коррекции для достижения требуемого уровня сложности, указания по сохранению формата и целостности задания.

Алгоритм работы системы. Процесс генерации тестовых заданий реализуется следующим образом: Пользователь предоставляет исходный текст и задает параметры генерации через графический интерфейс. → Система формирует специализированный промпт с учетом заданного уровня сложности. → Языковая модель генерирует начальный набор вопросов с множественным выбором. → При активированном режиме адаптивного улучшения: Каждый вопрос анализируется на соответствие заданному уровню сложности, Результаты анализа структурируются в формате JSON, На основе полученной обратной связи вопрос перерабатывается, Процесс может повторяться итеративно до достижения требуемого соответствия. → Финальный набор вопросов представляется пользователю.

Ключевой особенностью алгоритма является применение рефлексивного анализа, когда языковая модель используется не только для генерации, но и для критической оценки собственных результатов.

Пользовательский интерфейс (Рисунок 2) создан при помощи библиотеки Gradio и имеет поле для ввода текста, возможность указания количества вопросов, уровня их сложности и температуры генерации. Также имеется опция адаптивного улучшения вопросов.

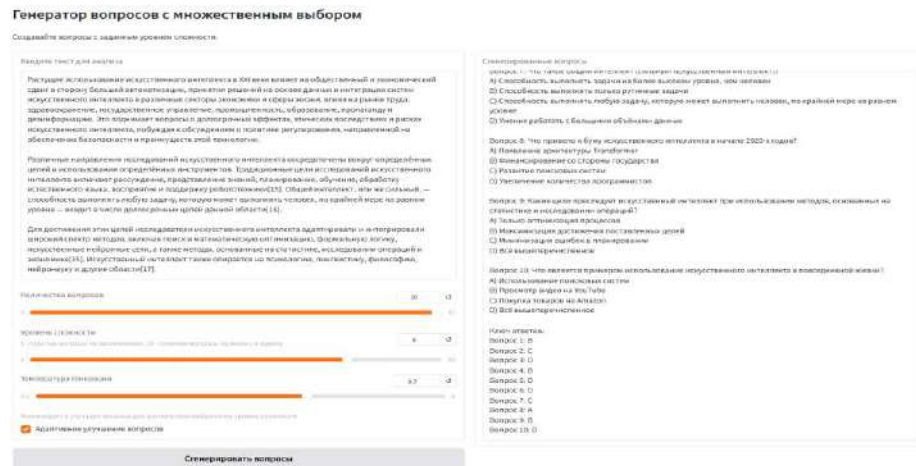


Рисунок 2 – Вопросы, сгенерированные из предоставленного отрывка текста, правильные ответы и анализ сложности сгенерированных вопросов.

Модуль экспериментальной оценки. В рамках исследования был разработан специализированный программный модуль для комплексной оценки эффективности системы автоматической генерации тестовых заданий с множественным выбором. Модуль реализует методологию "рефлексивной самооценки" [3, 4], при которой языковая модель не только генерирует тестовые задания, но и выступает в роли эксперта, оценивающего их качество.

Модуль оценки включает следующие функциональные компоненты:

Блок загрузки экспериментальных данных – Обеспечивает извлечение репрезентативной выборки контекстов из русскоязычного датасета SberQuAD, содержащего разнообразные тексты с вопросами и ответами. Производится фильтрация контекстов по длине для обеспечения сопоставимости результатов.

Блок генерации тестовых заданий – Реализует формирование MCQ-вопросов с заданными параметрами (Варьируемый уровень сложности (3, 5 и 7 по 10-балльной шкале), фиксированное количество вопросов на контекст (3 вопроса), единый формат представления вопросов и вариантов ответа)

Блок критериальной оценки выполняет многомерный анализ качества сгенерированных заданий по следующим параметрам:

- Релевантность вопроса исходному контексту
- Ясность формулировки вопроса и вариантов ответа
- Грамматическая корректность
- Качество дистракторов (правдоподобность неверных вариантов)
- Соответствие заявленному уровню сложности
- Интегральная оценка качества

Методология эксперимента. Экспериментальное исследование проводилось на выборке из 20 текстовых контекстов, для каждого из которых генерировалось по 3 вопроса на трех уровнях сложности (3, 5 и 7). Всего было сгенерировано и проанализировано 175 уникальных тестовых заданий.

Для каждого задания фиксировались:

- Все компоненты вопроса (формулировка, варианты ответов, правильный ответ)

- Оценки по всем критериям качества (по 10-балльной шкале)
- Текстовые комментарии с обоснованием выставленных оценок
- Временные показатели (длительность генерации и оценки)

Результаты исследования демонстрируют высокий общий уровень качества генерируемых тестовых заданий. Средняя интегральная оценка составила 9,19 балла из 10 возможных, что свидетельствует о высокой эффективности разработанной системы.

Система демонстрирует безупречную грамматическую корректность (10,0/10) и высокую ясность формулировок (9,81/10), что обеспечивает однозначность восприятия заданий и снижает когнитивную нагрузку на тестируемых. Высокий показатель релевантности (9,49/10) подтверждает способность системы генерировать вопросы, точно соответствующие содержанию исходного материала. Качество дистракторов имеет достаточно высокую, но несколько более низкую оценку (8,42/10), указывающую на определенные резервы в совершенствовании правдоподобности неверных вариантов ответа. Наименее успешный аспект генерации (5,80/10) – соответствие заявленному уровню сложности, выявляющий существенное расхождение между целевым и фактическим уровнем когнитивной сложности заданий.

Дифференциация по уровням сложности. Сравнительный анализ результатов для разных уровней сложности позволил выявить следующие зависимости. Для низкого уровня сложности (3/10) наблюдается значительное расхождение между заявленной и фактической сложностью (оценка соответствия 4,40/10). Система склонна генерировать задания более высокого уровня сложности, чем запрошенный. Для среднего уровня сложности (5/10) отмечается наилучшее соответствие целевому показателю (оценка 5,80/10), что указывает на оптимальную калибровку системы именно для среднего уровня. Для высокого уровня сложности (7/10) зафиксировано наиболее точное соответствие заявленному уровню (оценка 7,33/10), что демонстрирует способность системы эффективно генерировать задания повышенной сложности.

Примечательно, что при повышении целевого уровня сложности наблюдается улучшение показателя соответствия, что можно интерпретировать как наличие "нижнего порога сложности" в генерируемых вопросах — система испытывает затруднения при необходимости создания максимально простых заданий.

Проведенное экспериментальное исследование подтверждает высокую эффективность разработанной системы автоматической генерации тестовых заданий по большинству критериев качества. При этом выявлены определенные ограничения и направления для дальнейшего развития: дополнительная настройка промптов для более точного соответствия фактической сложности вопросов заявленному уровню, особенно для низких уровней сложности, внедрение дополнительных механизмов для повышения правдоподобности неверных вариантов ответа, что повысит дискриминационную способность

тестовых заданий, а также анализ взаимосвязи между качественными характеристиками исходного текста и параметрами генерируемых вопросов, а также расширение диапазона тестируемых уровней сложности.

Полученные результаты демонстрируют значительный потенциал использования нейросетевых моделей для автоматизации процесса создания качественных тестовых заданий и подтверждают эффективность предложенного подхода к контролю и адаптации уровня сложности генерируемых вопросов.

Заключение

Представленная система автоматической генерации тестовых заданий с множественным выбором ответов демонстрирует высокую эффективность благодаря интеграции модели YandexGPT-5-Lite-8B-instruct с трехэтапным процессом контроля качества. Экспериментальная оценка подтвердила отличные показатели грамматической корректности (10,0/10), ясности формулировок (9,81/10) и релевантности контексту (9,49/10), при наличии резервов для улучшения точности соответствия заданному уровню сложности (5,80/10) и качества дистракторов (8,42/10).

Система наиболее эффективна при генерации заданий среднего и высокого уровней сложности. Перспективные направления развития включают улучшение калибровки низких уровней сложности, совершенствование алгоритмов генерации дистракторов и интеграцию с системами адаптивного тестирования. Разработанное решение значительно сокращает временные затраты педагогов на создание качественных тестовых материалов, демонстрируя практический потенциал применения искусственного интеллекта в образовательной сфере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] G. Wani, K. Kale, and S. Shinde, "Automatic MCQ Generation Using Machine Learning Algorithm," *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2024, [Online]. Available: <https://mail.irjet.net/archives/V11/i6/IRJET-V11I6125.pdf>
- [2] A. Barlybayev and B. Matkarimov, "Development of system for generating questions, answers, distractors using transformers," *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 14, no. 2, pp. 1851–1863, 2024, doi: 10.11591/ijece.v14i2.pp1851-1863.
- [3] S. S. Mucciaccia, T. M. Paixão, F. Mutz, A. F. De Souza, C. S. Badue, and T. Oliveira-Santos, "Automatic Multiple-Choice Question Generation and Evaluation Systems Based on LLM: A Study Case With University Resolutions," Jan. 2025, [Online]. Available: <https://aclanthology.org/2025.coling-main.154/>
- [4] Z. Yao *et al.*, "MCQG-SRefine: Multiple Choice Question Generation and Evaluation with Iterative Self-Critique, Correction, and Comparison Feedback," Oct. 2024, doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.13191>.
- [5] K. Vachev, M. Hardalov, G. Karadzhov, G. Georgiev, I. Koychev, and P. Nakov, "Leaf: Multiple-Choice Question Generation," Jan. 2022, doi: 10.48550/arXiv.2201.09012.

УДК 681.3

Малигаждарова А.М. (23-МАУ-2т, ВКТУ), Даирбекова А. Е. (24-ДАУ-3а, ВКТУ), Красавин А.Л. (PhD, ВКТУ), Алонцева Д.Л. (д.ф.-м. н., ВКТУ)

ВВЕДЕНИЕ В ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация. В данной работе предлагается интерпретация одного из ключевых понятий дифференциальной геометрии в терминах теории автоматического управления. В качестве примера аффинной системы с управлением рассматривается кинематическая модель колесного мобильного робота с дифференциальным управлением. Коммутатор векторных полей (скобка Ли касательных к гладкому многообразию векторных полей) рассматривается как предельное соотношение результата выполнения последовательности команд управления мобильным роботом к квадрату времени исполнения. Представленную работу можно рассматривать как введение в геометрические методы теории автоматического управления.

Ключевые слова: мобильный колесный робот, кинематическая модель колесного мобильного робота, аффинные системы с управлением, гладкие многообразия, скобки Ли.

Введение. Геометрические методы теории автоматического управления предоставляют мощные инструменты для решения задач управления нелинейными объектами. В частности, в работах [1-3] представлены приложения методов дифференциальной геометрии к задачам управления колесными мобильными роботами. К сожалению, восприятие подобных работ студентами и магистрантами соответствующих профильных специальностей затрудняется тем, что в таких работах применяется математический аппарат, построенный на незнакомых им математических теориях. В данной работе мы хотим показать, что эти трудности можно преодолеть, используя иную, чем в курсах, предназначенных для профессиональных математиков, подачу материала.

1. Кинематическая модель мобильного колесного с дифференциальным управлением, как пример нелинейной аффинной системы с управлением

Рассмотрим кинематическую модель колесного мобильного робота с дифференциальным управлением, движущегося по горизонтальной плоскости. В качестве переменных состояния, полностью описывающих положение и ориентацию в пространстве робота, удобно взять координаты (x_c, y_c) точки C в неподвижной «мировой» декартовой системе координат XY и «угол курса» мобильного робота θ (см. рисунок 1). Обозначим вектор скорости точки C как v_c , а векторы скоростей центров левого (точка L) и правого (точка R) колес робота, как v_L и v_R . Мы можем рассматривать точки L и R как концы жесткого тонкого стержня (воображаемой оси «заднего моста» колесного робота) в

центре которого лежит точка C , а в целом все эти три точки, как точки одного жесткого тела (корпуса робота).

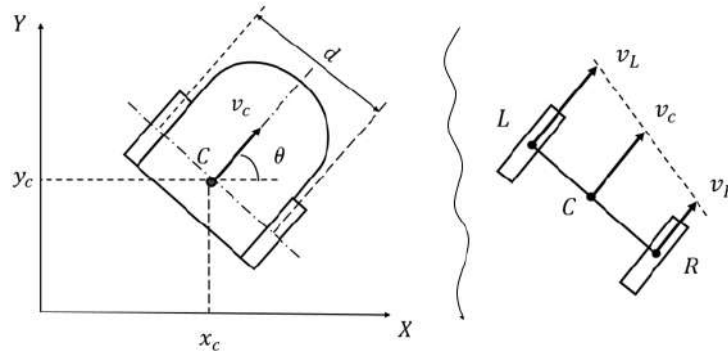


Рисунок 1. Обозначения геометрических параметров робота и кинематических переменных: точка C (условный геометрический центр робота) находится на пересечении продольной оси симметрии робота и оси, соединяющей центры ведущих колес

Пользуясь уравнениями кинематики твердого тела нетрудно доказать, что вектор \mathbf{v}_C параллелен векторам \mathbf{v}_L и \mathbf{v}_R , а значит, вектор \mathbf{v}_C можно представить в виде $\mathbf{v}_C = v_C \mathbf{n}$, где $\mathbf{n} = (\cos \theta, \sin \theta)$ единичный вектор, направленный по продольной оси симметрии корпуса робота. Как известно [4, с.186], для векторов скоростей \mathbf{v}_A и \mathbf{v}_B двух произвольных точек A и B твердого тела справедливо уравнение (1):

$$\mathbf{v}_A - \mathbf{v}_B = \boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{r}_{AB}, \quad (1)$$

где $\boldsymbol{\Omega}$ вектор угловой скорости тела. Применяя это уравнению для пары точек R и C и пары C и L нетрудно получить равенства (2):

$$\omega = \frac{1}{d} (v_L - v_R) \quad v_C = \frac{v_L + v_R}{2}, \quad (2)$$

где ω угловая скорость робота.

Отметим, что вектор угловой скорости робота $\boldsymbol{\Omega}$ перпендикулярен плоскости пола. Соответственно, если мы обозначим единичный вектор, перпендикулярный плоскости как \mathbf{n} , то вектор угловой скорости $\boldsymbol{\Omega}$ можно представить в виде $\boldsymbol{\Omega} = \omega \mathbf{n}$. В дальнейшем, когда мы будем говорить об угловой скорости робота, мы будем иметь ввиду скалярную величину ω , знак которой соответствует направлению вращения корпуса робота в горизонтальной плоскости). Сказанное выше о направлении вектора \mathbf{v}_C , в сочетании с тем фактом, что производная по времени угла курса $\dot{\theta}$ есть ни что иное, как угловая скорость корпуса робота, приводит к системе дифференциальных уравнений (3):

$$\begin{cases} \dot{x}_C = v_C \cos \theta \\ \dot{y}_C = v_C \sin \theta \\ \dot{\theta} = \omega \end{cases} \quad (3)$$

Контроллер мобильного робота управляет частотой вращения двигателей робота. Поэтому обычно кинематическую модель мобильного робота строят как систему с управлением с вектором управления $u = [\omega_L, \omega_R]^T$, где ω_L и ω_R угловые скорости вращения правого и левого колес робота. В отсутствие продольного проскальзывания эти угловые скорости задают скорости v_L и v_R и уравнения (4) и (5) дают полную кинематическую модель колесного робота. Но систему управления мобильным роботом можно построить иначе. Мы можем подавать на вход контроллера сигнал задания в виде двумерного вектора $u_d(t) = [u_{d1}(t), u_{d2}(t)]^T$, компоненты которого физически интерпретируются следующим образом: $u_{d1}(t) = v_{dc}(t)$, где $v_{dc}(t)$ - желательная зависимость модуля линейной скорости центра робота от времени; $u_{d2}(t) = \omega_d(t)$, где $\omega_d(t)$ - желательная зависимость угловой скорости робота от времени. Фактически, при этом мы пользуемся новой кинематической моделью колесного робота, задаваемой уравнением динамики (4):

$$\dot{x} = \xi_1 u_1 + \xi_2 u_2, \quad (4)$$

где $\xi_1, \xi_2 \in \mathbb{R}^3$, а их зависимости от переменных состояния задаются формулами (5):

$$\xi_1(x) = \begin{bmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \\ 0 \end{bmatrix} \quad \xi_2(x) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Легко видеть, что если $u_1 = v_c$ и $u_2 = \omega$, то уравнение (4) для вектора состояния $x(t) = [x_c(t), y_c(t), \theta(t)]^T$ и векторов ξ_1, ξ_2 , определенных уравнениями (5) эквивалентно системе ОДУ (3). Но нам сейчас интересна геометрическая интерпретация уравнения (4). Глядя на уравнения (5), мы видим, что они однозначно определяют векторы ξ_1 и ξ_2 в каждой точке фазового пространства системы (в том случае, если мы не вводим ограничений на координаты робота и представляем угол курса робота как $\theta(t) = \theta_0 + \int_0^t \omega(\tau) d\tau$, то фазовое пространство системы геометрически представляет собой евклидово пространство \mathbb{R}^3). Таким образом, мы можем рассматривать $\xi_1(x)$ и $\xi_2(x)$ как векторные поля, заданные на фазовом пространстве системы, а $u_1, u_2 \in \mathbb{R}$ как весовые коэффициенты, определяющие вклад каждого из этих векторных полей в суммарный результат (то есть скорость точки фазового пространства, представляющей текущее состояние объекта управления). В общем случае системы с управлением, уравнение динамики которых имеет вид (6):

$$\dot{x} = \xi_0 + \sum_{k=1}^m u_k \xi_k, \quad (6)$$

где $x \in \mathcal{X}$ (\mathcal{X} – гладкое многообразие, которым описывается фазовое пространство этой системы), $\xi_0, \xi_1, \dots, \xi_m$ – касательные векторные поля, заданные на многообразии \mathcal{X} , $u = (u_1, \dots, u_m) \in \mathbb{R}^m$, m – размерность пространства управления, называют *аффинными системами с управлением*.

2. Скобки Ли касательных векторных полей

Представим, что мы задали сигнал управления на временном промежутке $[0, 4\Delta t]$ уравнениями (7):

$$u(t) = \begin{cases} (1,0), & t \in [0, \Delta t) \\ (0,1), & t \in [\Delta t, 2\Delta t) \\ (-1,0), & t \in [2\Delta t, 3\Delta t) \\ (0,-1), & t \in [3\Delta t, 4\Delta t) \end{cases} \quad (7)$$

Если такой сигнал управления подать на мобильный колесный робот, с дифференциальным управлением, то движение робота можно представить в виде последовательности исполнения четырех команд, каждая из которых соответствует одному из двух элементарных паттернов-плоскопараллельному движению (трансляции) и вращению вокруг точки C . Результатом исполнения такой последовательности команд будет параллельное смещение робота в направлении оси Y (см. рисунок 2).

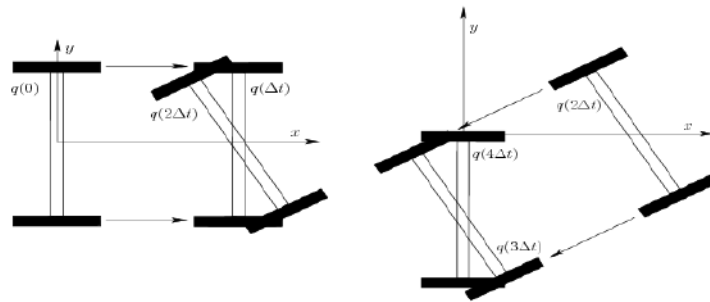


Рисунок 2 - Перемещения мобильного колесного робота, соответствующие управляющему сигналу, заданному уравнением (7)

С алгебраической точки зрения, исполнение такой последовательности команд можно рассматривать как тест группы движений робота на коммутативность. Обобщим эти построения на произвольную бездрейфовую аффинную систему с управлением, описываемую уравнением динамики вида (8)

$$\dot{x} = f(x)u_1 + g(x)u_2 \quad (8)$$

«Тест на коммутативность» для такого общего случая можно представить наглядно в виде диаграммы (см. рисунок 3).

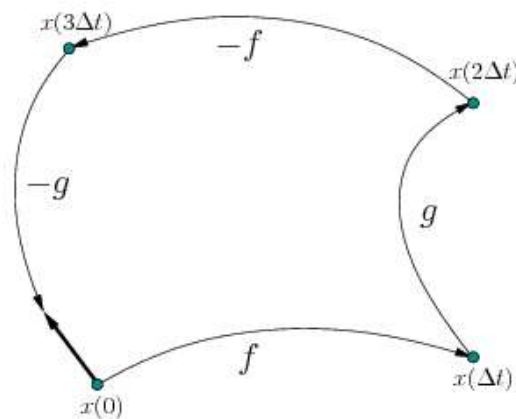


Рисунок 3 - Диаграмма для теста на коммутативность

Понятно, что разность $x(4\Delta t) - x(0)$, даже в том случае, если она не равна нулю, будет при малых Δt бесконечно малой величиной. Как будет показано ниже, $x(4\Delta t) - x(0)$ является бесконечно малой второго порядка относительно Δt . Поэтому в качестве количественной меры «некоммуникативности» векторных полей f и g можно принять предел $\lim_{\Delta t} \frac{x(4\Delta t) - x(0)}{(\Delta t)^2}$. Для того, чтобы найти оценку величины $x(4\Delta t) - x(0)$ с точностью до третьего порядка малости, найдем разложения в ряд Тэйлора величин. Для $x(\Delta t)$ имеем разложение вида (9):

$$x(\Delta t) = x(0) + \dot{x}(0)(\Delta t) + \frac{1}{2}\ddot{x}(0)(\Delta t)^2 + \dots \quad (9)$$

Поскольку для общего случая системы $\dot{x} = h(x)$ справедливо тождество $\ddot{x} = \frac{dh}{dt} = \left(\frac{\partial h}{\partial x}\right)f$, где $\left(\frac{\partial h}{\partial x}\right)$ матрица Якоби отображения h , разложение (9) можно представить в виде (10):

$$x(\Delta t) = x(0) + f(x(0))(\Delta t) + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)_{x(0)} f(x(0))(\Delta t)^2 + \dots \quad (10)$$

Аналогично найдя разложения для $x(2\Delta t)$, $x(3\Delta t)$ получим выражение (11):

$$x(4\Delta t) = x(0) + \left(\frac{\partial g}{\partial x}f - \frac{\partial f}{\partial x}g\right)(\Delta t)^2 + \dots \quad (11)$$

Теперь мы легко можем найти упомянутый выше предел $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(4\Delta t) - x(0)}{(\Delta t)^2} = \frac{\partial g}{\partial x}f - \frac{\partial f}{\partial x}g$. Этот предел называется скобкой Ли векторных полей f и g и обозначается как $[f, g]$. Несколько необычным путем, мы получили известное выражение (12) для скобок Ли векторных полей f и g :

$$[f, g] = \frac{\partial g}{\partial x}f - \frac{\partial f}{\partial x}g \quad (12)$$

Заключение. Чтобы определить, является ли данная бездрейфовая аффинная система голономной (интегрируемой), применяется процедура, в ходе которой вычисляются скобки Ли векторных полей, задающих динамику системы (векторных полей в уравнении (8)). Продемонстрированный в этой заметке подход позволяет снабдить всю соответствующую математическую теорию содержательными иллюстрациями из области теории автоматического управления и ее приложений к конкретным техническим задачам. Мы надеемся, что эта работа может оказаться полезной тем, кто интересуется приложениями методов дифференциальной геометрии к задачам управления нелинейными объектами, но испытывает трудности, связанные с освоением незнакомого математического аппарата.

Благодарность. Данное исследование финансируется Комитетом науки МНиВО Республики Казахстан (грант № AP19679327)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Coelho P., Nunes U. Lie algebra application to mobile robot control: A tutorial// Robotica. – 2023. – № 1. – P. 483-493.
2. Morin P., Samson C. Control of Nonholonomic Mobile Robots Based on the Transverse Function Approach// IEEE Transactions on Robotics. – 2009.- № 25. – P. 1058-1073.
3. Bousclet A. Geometric Control of Robotic Systems. Artificial Intelligence. IntechOpen. - 2023. Available at: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.110895>.
4. Циглер Ф. Механика твердых тел и жидкостей. - Ижевск: НИЦ Регулярная и хаотическая динамика, 2002. - 912 с.

UDC 004.056.5

Nuryy R. (AITU), Makashev S. (AITU), Kalikova A. (Master degree, AITU)

DEVELOPMENT OF SYSTEMS FOR DETECTING AND COUNTERING CYBERATTACKS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Annotation: *The rapid rise of cyber threats has catalyzed the development of AI-driven cybersecurity systems capable of detecting and countering attacks at machine speed. This paper reviews various AI methodologies, including deep learning and anomaly detection, that enhance threat identification, reduce false alarms, and improve response times. The integration of external threat intelligence further bolsters these systems, creating adaptive and scalable defenses. Case studies demonstrate significant improvements in accuracy and speed, positioning AI as a pivotal force in modern cybersecurity.*

Keywords: *Cybersecurity, Artificial Intelligence, Deep Learning, Anomaly Detection, Threat Intelligence, Malware Detection, Intrusion Prevention.*

Introduction

Cyberattacks are growing in sophistication, often evading traditional signature-based defenses. Conventional security tools struggle to detect novel or stealthy attacks, as they rely on known patterns that advanced threats can bypass. Artificial intelligence (AI), and specifically anomaly detection, offers a way to identify subtle deviations from normal behavior that might indicate a cyber intrusion. By modeling baseline network and system activities, AI-based anomaly detection can flag unusual patterns in real-time, catching zero-day exploits and insider threats that lack known signatures. This project focuses on developing a system that leverages AI—through anomaly detection and deep learning—to detect and counter cyberattacks effectively. We integrate a local large language model (LLM) for advanced analysis and incorporate external threat intelligence via the VirusTotal API. The result is a multi-layered cybersecurity solution that can not only detect intrusions with high accuracy but also quickly classify and contextualize threats, enabling efficient incident response.

System Architecture Overview

```

async def ask_ollama(prompt: str) -> str:
    system_prompt = (
        "You are a cybersecurity AI agent. You must provide tips and explanations about cybersecurity and answer related questions. "
        "Give a *short response (3-5 words)* with the main result. "
        "Use Markdown formatting: *bold* for key details, _italic_ for emphasis, and include emojis to brighten the text. "
    )
    payload = {
        "model": OLLAMA_MODEL,
        "prompt": prompt,
        "system": system_prompt,
        "stream": False
    }

    try:
        async with session.post(OLLAMA_URL, json=payload) as response:
            if response.status != 200:
                return f"*Error:* Received status code {response.status} from Ollama."
            response_data = await response.json()
            clean_response = THINK_PATTERN.sub("", response_data.get("response", "")).strip()
            return clean_response if clean_response else "*Error:* No valid response from Ollama."
    except aiohttp.ClientError as e:
        return f"*Error:* Failed to connect to Ollama - {e}"

```

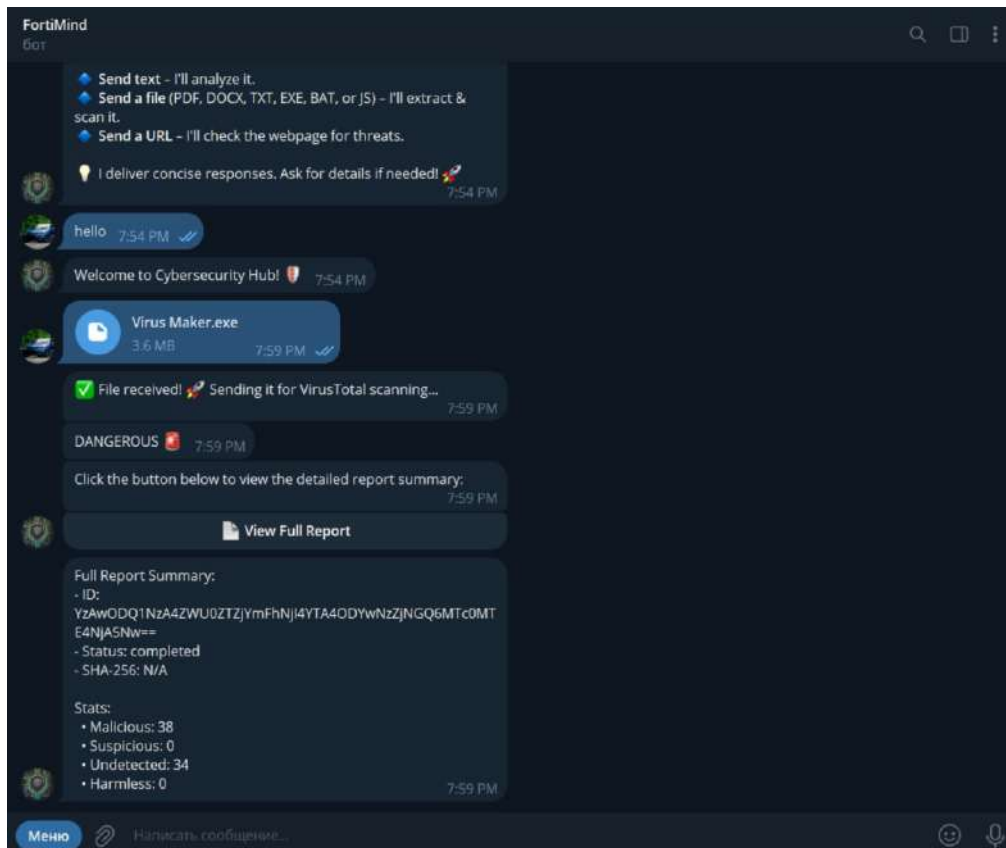
(Figure 1 - Architecture of the AI-based cybersecurity system, showing its core components and data flow)

The system consists of three primary modules working in concert: (1) an Anomaly Detection Module monitors system and network metrics to flag suspicious behavior, (2) a Deep Learning Analysis Module uses an advanced LLM (DeepSeek-R1 via the Ollama platform) to analyze and characterize the anomalies, and (3) a Threat Intelligence Module integrates with the VirusTotal API to enrich detections with known malware insights. As illustrated in Figure 1, data flows from raw inputs (such as log files, network traffic, or file scans) into the anomaly detector. If an anomaly is detected, details about the event (e.g. unusual process behavior or network connection) are passed to the deep learning module. The LLM analyzes the context and attributes of the anomaly, providing a reasoned assessment of its maliciousness or category. In parallel, any file hashes, URLs, or IPs involved are queried through the VirusTotal API, which returns reputation scores and scan results from a multitude of anti-malware engines. The system then correlates these outputs: an event flagged as anomalous, identified as malicious by the LLM, and confirmed via VirusTotal is treated as a high-confidence cyberattack. This architectural design ensures that each layer compensates for the others' limitations—unknown threats can be detected via anomalies, intelligently examined by the AI model, and verified against global threat intelligence.

Anomaly Detection Module

Effective detection begins with continuous monitoring of system logs and network traffic for irregular patterns. The anomaly detection module employs machine learning techniques to establish a baseline of “normal” behavior and then identify deviations that may signify attacks. **Figure 2** depicts the anomaly detection process, where incoming data is compared against learned patterns to spot outliers. We implemented this using an unsupervised learning approach: a combination of statistical profiling and ML algorithms (such as clustering and autoencoders) was trained on historical benign data to characterize normal operations. When new data—CPU usage spikes, unusual login times, abnormal network flows, etc.—departs significantly from the model's expectations, an alert is generated. For example, if a normally stable process suddenly begins executing a rapid series of unusual system calls or a host initiates connections to an uncommon external endpoint, the module will flag it.

Each data point (representing an event or metric sample) is evaluated; points falling outside the normal range (shaded region in Figure 2) are marked as potential intrusions. This module is tuned to minimize false alarms—thresholds and model sensitivity are calibrated using validation data. Only significant anomalies, those with high deviation scores, trigger the next analysis stage. By filtering events in this manner, the system ensures that the deep learning module and further analysis focus on truly suspicious activities rather than every minor fluctuation. This layered approach enhances precision: initial experiments showed that many benign anomalies (like brief network spikes) are dismissed at this stage, while genuine attack behaviors (such as a rare exploitation attempt) are reliably detected. The AI-driven anomaly detector thus serves as the front-line sensor, catching the kinds of subtle irregularities that rule-based systems might overlook.



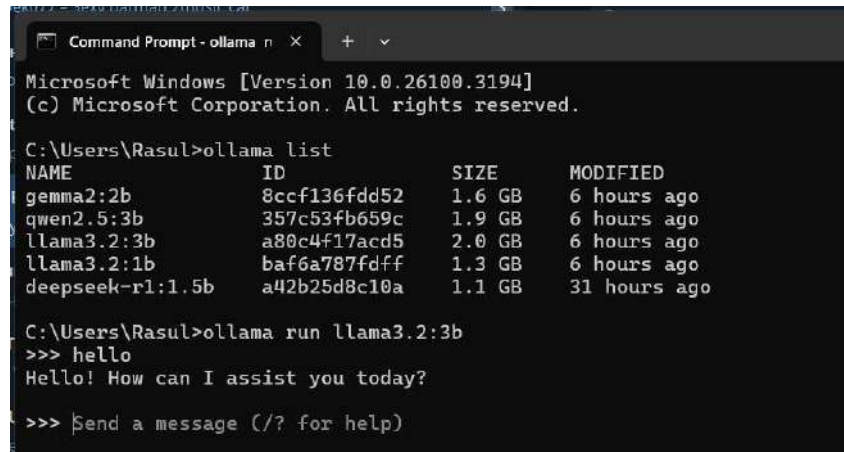
(Figure 2 - Anomaly detection workflow identifying outlier events)

Deep Learning Analysis with Ollama and DeepSeek-R1

Once an anomaly is flagged, the system leverages a deep learning model to analyze and classify the potential threat. We integrated **DeepSeek-R1**, a state-of-the-art open-source reasoning LLM, using the **Ollama** platform for local deployment. DeepSeek-R1 is a “thinking” model designed for complex reasoning tasks, built on a Mixture-of-Experts architecture with 671 billion parameters (though only ~37 billion are active per inference) for efficiency. We chose DeepSeek-R1 for its advanced analytical capabilities and accessibility—reports indicate it’s ~95% more cost-efficient to train and deploy than comparable closed-source models, while offering comparable performance. Running the model locally via Ollama provides key benefits: data never leaves our environment (preserving confidentiality), and we avoid external API latency or limits, enabling faster real-time responses.

In our implementation, the Ollama engine hosts a distilled DeepSeek-R1 model (a smaller variant suitable for our hardware) and exposes it through a local API. When an anomaly is detected, a formatted summary of the event (including relevant log snippets, system context, and any suspicious artifacts) is sent as a prompt to the LLM. The model then performs a reasoning task: it might look for known attack patterns in the description, evaluate if behavior fits malware profiles, or even generate hypotheses about the attack’s goals. **Figure 3** illustrates this analysis pipeline. The LLM’s output typically includes a classification (e.g. *ransomware attempt, possible data exfiltration*), an explanation of reasoning (which features led to that conclusion), and a confidence level. For instance, if an anomaly involves a process spawning an unusual script and contacting an IP address, DeepSeek-R1

might recognize this sequence as characteristic of malware dropper activity and note the suspicious IP. The chain-of-thought style reasoning provided by DeepSeek-R1 adds transparency to the decision, allowing security analysts to understand *why* an alert was flagged. This deep learning module dramatically improves detection depth — even if an attack is novel, the model’s training on vast cybersecurity data enables it to draw parallels to known threat behaviors and make an informed analysis that complements the anomaly detector’s alert.



```

Microsoft Windows [Version 10.0.26100.3194]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Rasul>ollama list
NAME                ID                SIZE    MODIFIED
-----                -                -
gemma2:2b           8ccf136fdd52     1.6 GB  6 hours ago
qwen2.5:3b          357c53fb659c     1.9 GB  6 hours ago
llama3.2:3b         a80c4f17acd5     2.0 GB  6 hours ago
llama3.2:1b         baf6a787fdff     1.3 GB  6 hours ago
deepseek-r1:1.5b    a42b25d8c10a     1.1 GB  31 hours ago

C:\Users\Rasul>ollama run llama3.2:3b
>>> hello
Hello! How can I assist you today?

>>> Send a message (/? for help)

```

(Figure 3 - Deep learning analysis module (Ollama running DeepSeek-R1) examining a suspicious event)

In this figure, the sequence of steps is shown from receiving the anomaly report, through the LLM’s reasoning process, to producing an analysis result. The use of Ollama to serve the model ensures that this step operates within milliseconds to a few seconds, fast enough for practical incident response. By deploying DeepSeek-R1 on-premises, the system achieves advanced threat interpretation without relying on cloud AI services. This design not only improves **efficiency** (since local inference can be optimized and parallelized) but also enhances **security**, as sensitive incident data (like memory dumps or proprietary code segments) do not need to be uploaded to third-party servers. The deep learning analysis thus provides a critical second opinion on anomalies, using AI to mimic an expert analyst’s reasoning at machine speed.

VirusTotal API Integration for Threat Intelligence

While anomaly detection and AI reasoning are powerful on their own, correlating findings with known threat intelligence greatly increases accuracy. The system integrates with the **VirusTotal API** to cross-verify and enrich the analysis of suspected malware or malicious indicators. VirusTotal is an online service aggregating scan results from dozens of antivirus engines and threat analysis tools. Its API allows programmatic submission of file hashes, URLs, or IP addresses and retrieval of scan reports without using the web interface. In our project, whenever the deep learning module identifies a particular file or URL as suspicious, or the anomaly itself involves a specific artifact (e.g. a dropped executable or a contact domain), the **Threat Intelligence Module** automatically queries VirusTotal.

We implemented this using VirusTotal's version 3 REST API. An API key is used to authenticate requests, and the system issues lookup queries for relevant indicators. For example, if a suspicious file X is detected on a host, the system computes its cryptographic hash (SHA-256) and calls the VirusTotal API endpoint to get any existing report on X. Similarly, for a suspicious domain or IP, a reputation report is fetched. **Figure 4** shows the integration flow: the anomaly or LLM analysis yields an indicator, which is sent to VirusTotal, and the returned data (such as the number of engines that flagged the file, malware names, or historical records) is fed back into our system. This information is then used to corroborate the AI model's findings.

```
#
# Document (file) handler
#
@dp.message(lambda message: message.document is not None)
async def handle_document(message: Message):
    document = message.document
    file = await bot.get_file(document.file_id)
    file_url = f"https://api.telegram.org/file/bot{TOKEN}/{file.file_path}"
    try:
        async with session.get(file_url) as resp:
            if resp.status != 200:
                await message.answer("❌ *Error:* Failed to download the file.")
                return
            file_bytes = await resp.read()
    except Exception as e:
        await message.answer(f"❌ *Error:* Failed to download the file - {e}")
        return

    await message.answer("✅ File received! 🚀 Sending it for VirusTotal scanning...")

    scanning_task = asyncio.create_task(virustotal.vt_scan_file(file_bytes, document.file_name))
    asyncio.create_task(show_chat_action(message.chat.id, "upload_document", scanning_task))
    vt_result_json = await scanning_task
    filtered_report = filter_vt_report(vt_result_json)
```

(Figure 4 - VirusTotal integration workflow, where suspicious file hashes or URLs are sent to the VT API and threat reports are returned).

The system parses the API response (typically in JSON format) to extract key details: how many antivirus engines marked the item as malicious, the names of any identified malware families, and the first seen dates or prevalence. A positive VirusTotal hit (for instance, 40 out of 70 engines detect the file as malware **Trojan.X**) will immediately elevate the severity of the alert and attach the known malware label to it. On the other hand, if VirusTotal returns no hits or only a few unclear results, the event might be a truly novel threat or a benign anomaly; the system then relies more on the LLM's reasoning and anomaly context to decide next steps. By fusing global threat intelligence with local AI analysis, our system effectively balances **recall** (catching as many threats as possible, including new ones) with **precision** (verifying threats to reduce false alarms). The VirusTotal module also logs all queries and results, which is useful for incident response documentation. Notably, only metadata (hashes, etc.) is shared with VirusTotal, not raw files, in our

current implementation, to avoid leaking potentially sensitive files; this still provides valuable insight while aligning with data handling policies.

Conclusion

In summary, the developed system for detecting and countering cyberattacks leverages artificial intelligence to provide a powerful, layered defense. By combining an anomaly detection engine, a deep learning reasoning model, and external threat intelligence, it addresses the shortcomings of traditional security tools. The project emphasized technical integration: deploying a cutting-edge open-source LLM (DeepSeek-R1) locally with Ollama for swift, private analysis, and interfacing with the VirusTotal API for up-to-the-minute threat context. The condensed evaluation shows that this multifaceted approach can detect advanced attacks with high accuracy and low false alarm rates, even when facing new malware that signature-based methods miss. The system thus enhances cybersecurity posture by not only catching threats early but also explaining and validating them, which is crucial for efficient incident response. Future work will focus on further tuning the AI models, expanding the range of data sources (such as incorporating user behavior analytics), and hardening the system against adversarial evasion. This project demonstrates the feasibility and effectiveness of AI-driven cybersecurity, highlighting how technical innovations in anomaly detection and deep learning can significantly bolster defenses in an ever-evolving threat landscape.

REFERENCES

1. Goswami M.J. AI-Based Anomaly Detection for Real-Time Cybersecurity // *International Journal of Research and Review Techniques*. – 2024. – Vol. 3, No. 1. – P.45–53.
2. Chong N.S.T. DeepSeek R1: Pioneering Open-Source “Thinking Model” and Its Impact on the LLM Landscape [Electronic resource] // *UNU Campus Computing Centre Blog*. – 22 Jan 2025. – Mode of access: c3.unu.edu/blog/deepseek-r1-pioneering-open-source-thinking-model-and-its-impact-on-the-llm-landscape (date accessed: 06.03.2025).
3. DataCamp. How to Set Up and Run DeepSeek R1 Locally With Ollama [Electronic resource]. – 2025. – Mode of access: www.datacamp.com/tutorial/deepseek-r1-ollama (accessed 06.03.2025).
4. VirusTotal. VirusTotal API documentation [Electronic resource] // *VirusTotal Get Started Guide*. – Mode of access: www.virustotal.com/getstarted/api (accessed 06.03.2025).

ӘОЖ 005.32:159.9

Саветқанқызы Г., (23-АУК-1), Алибекқызы К. (PhD, ШҚТУ)

КӨРІНЕТІН ЖАРЫҚ БАЙЛАНЫСЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ҚОЗҒАЛЫС АҚПАРАТЫН ТАРАТУ ЖҮЙЕЛЕРІ

***Аңдатпа.** Жол қозғалысы қауіпсіздігі туралы ақпаратты VLC технологиясы арқылы бағдаршамдардан тарату – жүргізушілердің қажетті қауіпсіздік шараларын қабылдауына көмектесетін жаңа және үнемді технологиясы қарастырылады. Бұл мақалада жарықдиодты (LED) бағдаршамдарға негізделген VLC тарату жүйесі ұсынылады. Ол жол жиегіндегі құрылғыларды ақылды көлік жүйелері архитектурасына біріктіру әдістерін қарастырады. Сондай-ақ, VLC жүйесінің ақпарат тарату мүмкіндіктері туралы зерттеу нәтижелері ұсынылған.*

***Түйін сөздер:** Көрінетін жарық байланысы, ақылды көлік жүйелері, жарықдиодтар.*

Кіріспе Жол-көлік оқиғалары материалдық шығындарға және ең бастысы адам өмірінің қауіп тудыруға алып келеді. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының (ДДСҰ) есебіне сәйкес, жол-көлік оқиғалары 5-29 жас аралығындағы жастар арасындағы өлімнің екінші жетекші себебі және 30-44 жас аралығындағы адамдар арасында үшінші жетекші себеп болып табылады. Жыл сайын 1,2 миллионнан астам адам жол апаттарынан қаза табады. Зерттеу нәтижелері бойынша, жол-көлік оқиғалары өлім-жітім себептері арасында тоғызыншы орында болса, 2020 жылға қарай алтыншы орынға көтеріледі деп болжанған.

VLC – бұл адамдарды, жолдарды және көліктерді заманауи ақпараттық технологиялар (VL) арқылы біріктіретін жаңа көлік жүйесі. Оның басты мақсаты – көлік жүйесінің тиімділігін арттыру және қоршаған ортаға келтірілетін зиянды азайту. VLC тікелей адам мен материалдық қауіпсіздікке байланысты. Соңғы уақытта бұл жүйелер әртүрлі жол-көлік мәселелерін шешу үшін үлкен назарға ие болуда.

PREVent және CALM сияқты жобалар жолдағы өлімді азайту үшін бүкіл әлемде зерттеліп, жүзеге асырылуда. Көрінетін жарық байланысына негізделген жоба VIDAS (Жетілдірілген драйвер көмекшісі жүйелері үшін көрінетін жарық байланысы) [1].

Жарықдиодты негізделген VLC [2] жүйелерін жарықдиодты бағдаршам шамдары сияқты бар инфрақұрылымда көлік ортасында орналастыруға болады. Көлік ортасындағы VLC жүйелерінің көптеген басымдықты жол қауіпсіздігі қосымшалары мен қызметтері бар. Сонымен қатар, жарықдиодты жол шамдары саяхат кезінде көлік байланысына (URVC) барлық жерде жолды ұсына алады.

Бұл мақалада LED-негізіндегі бағдаршамдар RSU ретінде пайдаланылатын жарықдиодты көрінетін шамға негізделген ақпараттық хабар тарату жүйесі (I2V режимінде) ұсынылған. RSU архитектурасымен VLC жүйесін біріктіру тұжырымдамасы қысқаша енгізілген. VLC прототипінің

көрсетілімі және кейс зерттеуінің кейбір эксперименттік нәтижелері жүйенің жоспарланған қолданбаларда жарамдылығын көрсету үшін ұсынылған [3].

VLC жүйелерінде көптеген маңызды және жаңа қолданбалар бар. Жарықдиодты бағдаршамдарды қолданатын жол қозғалысының ақпараттық жүйесі бойынша іргелі зерттеулер жүргізіліп, қағаз жүзінде талданды [4]. Авторлары 2 өлшемді кескін сенсорын пайдаланып, VLC талдады.

Бағдаршам және оның қасиеті

Бағдаршамнан шығарылатын жарық (жарық диодтарының жиынынан тұрады) адам көзіне көрінбейтін жиілікте модуляцияланады. Содан кейін модуляцияланған жарық көліктегі фотодиод (ФД) негізіндегі қабылдағыш арқылы анықталады, жүргізушіге алдын ала пайдалы қауіпсіздік ақпаратын береді.

Жарықдиодты бағдаршамдар RSU ретінде қосу үшін өте қолайлы опцияны ұсынады. Сигнал негізінде ақпарат VLC таратқыш жүйесі арқылы бағдаршамға өтеді, ол ақырында сигнал берумен бірге деректерді шығарады. Сондықтан бұл жүйелерде қауіпсіздікке қатысты ақпаратты тарату үшін жарық диодты бағдаршам блогын біріктіру жүзеге асырудың үнемді әдісін ұсынады.

VLC шын мәнінде, бірқатар технологияларды пайдаланады және тағы басқалары қолданылуы мүмкін. VLC архитектуралық құрылымынан кейін [5] VLC анықтамалық хаттамасының архитектурасы әзірленді.

Арнайы мыналардан тұрады: физикалық (PHY) қабаттың тарату көзі, жарықтандыру панелінің интерфейсі, қабылдағыш және қатені түзету, жоғарғы қабаттың жақтауы. Мыналардан тұратын VLC бейімделуі: Media Access Control (MAC) деңгейін басқару және басқару, қызметтер мен мониторинг және ITS Common, TCP, IP және қолданбаның жоғарғы қабатынан тұратын, олар ITS архитектурасына ортақ. Әрбір деңгей нақты тапсырмаларды орындауға жауапты және жоғары деңгейлерге қызметтерді ұсынады.

PHY қабаты құрылғылардың электрлік және физикалық сипаттамаларын анықтайды. Бұл деңгейін екі ішкі қабатқа бөлуге болады.

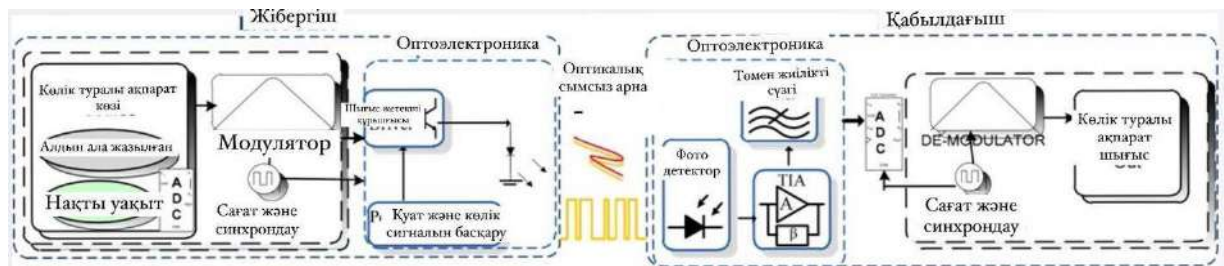


1 сурет- Физикалық деңгейлер

MAC деңгейі физикалық көрінетін жарық арнасына барлық қол жеткізуді өңдейді және әртүрлі қолданбаларды қолдайды. Жалғыз режим, серпінді

режим, бумаланған сияқты әртүрлі деректерді беру режимдеріне қолдау көрсету қажет.

MAC ішкі жүйесі басқару және деректер сигнализациясы арқылы жоғарғы қабатпен интерфейс жасайды. Ішкі қабаты хабар тарату режимінде маякты басқаруды және кадрды тексеруді қамтамасыз етуі керек. Қызметтің ішкі деңгейі сұраушыға қызметтерді ұсына алады. Сонымен қатар, ішкі қабат қолданбаға сәйкес қауіпсіздік тетіктерін іске асыру үшін ілмектерді қамтамасыз етуі керек.

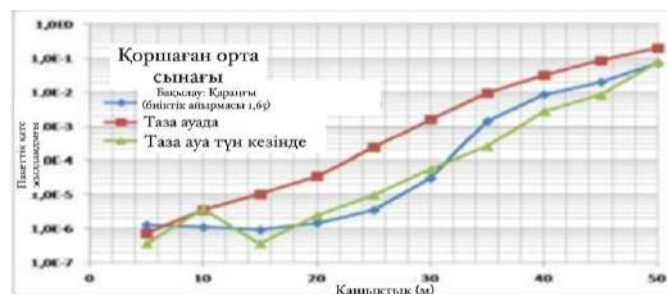


2 сурет - VLC ақпараттық хабар тарату жүйесі

TCP және IP протоколдар жиынтығы әртүрлі физикалық байланыс технологиялары мен әртүрлі контексттер ұсына алады. Қауіпсіздік деңгейі кеңейтілген қызметтер мен қолданбалар үшін аутентификацияны бақылайды және ұсынады, ал басқару және басқару деңгейі әртүрлі құрамдастарды дұрыс басқару және жұмыс істеу үшін анықтамалық модель үшін қажет болады.

Осы тұжырымдамалардың негізінде және PHY және MAC-ды бөлектейтін VLC прототипі әртүрлі орталарда әзірленді және сынақтан өтті. Сондықтан келесі бөлімде VLC ақпараттық тарату жүйесінің архитектурасын қысқаша талқылаймыз.

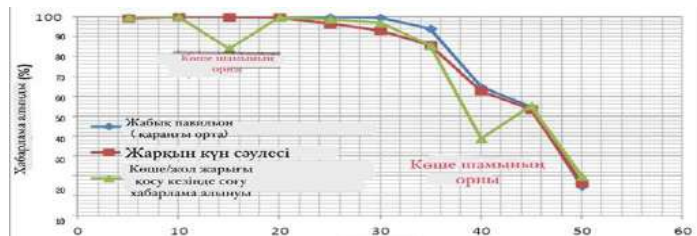
Бұл бөлім әртүрлі орталар мен қондырғыларда бірқатар эксперименттер жүргізілді. Дегенмен, бұл жұмыста сценарийдің қысқаша сипаттамасы ғана берілген (қағаздың ұзақтығының шектелуі). Сыртта сценарийлердің біріне арналған [4]. Эксперимент 200 мм стандартты өлшемдегі жеке жобаланған жарықдиодты бағдаршамнан орындалады, онда концентрлік сақина орналасуымен 240 жоғары жарықтығы (қарқындылығы 12000 мкд) жарықдиодты шамдар қолданылады. Эксперименттік қондырғы суретте көрсетілген.



3 сурет - Сыртқы ортадағы үш түрлі параметрдің нәтижелері көрсетілген

Бұл параметрлер: а) басқарылатын орта (жарық кедергісіз); б) жол/көше шамдары астында түнгі уақыт; және iii) ашық күн сәулесінің астында күндізгі жарықты өлшеу. Тасымалдау жылдамдығы 200 кбит/с, ал ресивер үлгілері 1 Мбит/с жылдамдықта. Эмитент 50 байт кездейсоқ деректерден тұратын 20000 хабарлама жіберуге конфигурацияланған. Екінші жағынан, қабылдаушы қабылданған хабарламалар саны мен қателері бар және қатесіз пакеттер саны туралы статистиканы сақтауға дайындалды. Барлығы 5 миллион пакетті жинағаннан кейін қате қабылданған пакеттер саны тіркелді. 3 - суретте қашықтық бойынша әртүрлі сценарийлер үшін пакет қателерінің жылдамдығы берілген. Қызмет көрсету аймағының (қашықтық) 35-40 м-ге дейін қабылдағыш жіберілген хабарламалардың 60%-дан астамын қабылдай алатынын көруге болады.

Сондай-ақ, осы деректер жылдамдығын ескере отырып, көлік белгілі бір жылдамдықпен қозғалған кезде, шағын хабарлама бағдаршамның жасыл сигнал күйінде де бірнеше рет қайталануы мүмкін.



4 сурет - Хабарламалардың өлшемдері

Көлік құрадының (қабылдағыштың) сипаттамасы

Көлік құралының (қабылдағыштың) қызыл сигнал астында тоқтауы шарты үшін сигнал өзгергенге дейін ресиверде ең көп уақыт ($T_{red} = 60$ с) болады деп есептейді. Жалпы қызмет көрсету аумағы 60 м, деректерді беру жылдамдығы 200 кбит/с деп есептеледі. Жасыл сигнал жағдайында қабылдағыш қозғалыста қалады, сондықтан ақпарат деректерін қабылдау үшін шамамен 4,32 секунд ($T_{gn} = SA/V_{car}$) болады. Біз төрт түрлі SNR мәнін аламыз және қарастырылған төрт модуляция схемасы үшін алынған уақыт кезеңінде (T_{gn}) сәтті алынған деректерді есептедік.

Алынған ақпарат деректері былай беріледі: $\times \times 1$ BER (1) мұндағы уақыт (T) сәйкесінше жасыл және қызыл жол сигналының күйінде қабылдағыштың деректерді қабылдауы үшін қалған уақыт үшін T_{gn} немесе T_{red} болуы мүмкін, Rb - деректерді беру жылдамдығы және BER - модуляция схемасының биттік қателік жылдамдығы.

Бұл жағдайда қабылдағыш SA алыс шетінен трафик нүктесіне қарай жылжиды. Қабылдағыш ұзақ қашықтықтан қозғалыс нүктесіне жақындаған сайын, SNR мәндерінің жоғарылауына байланысты алынған ақпарат жоғарырақ болады.

Қорытынды

Дамып келе жатқан VLC жүйелерінде, әсіресе ашық ауада көптеген жаңа және күрделі қолданбалар бар. Анықтамалық модельмен бірге VLC-тің концептуалды интеграция әдісі ұсынылған.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. O. L. Davies. (September 2012). World Health Organization Media Centre. [Online]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/en/index.html>
2. Wireless Access in Vehicular Environment (WAVE), IEEE, 2010.
3. G. Davis and B. McKeever (July 2006). Research for V2I Communication and Safety Applications. ITE Technical Conference [Online]. Available: http://www.its.dot.gov/presentations/pdf/V2I_Safety2011_ITE_Technical_Final.pdf.
4. M. Schulze, D. AG and T. Makinen. (January 2008). Preventive and Active Safety Applications Integrated Project [Online]. Available: <http://prevent-ip.org/wp-content/uploads/62008.pdf>
5. Intelligent Transportation Systems- Communication Access for Land Mobile (CALM), ISO 21213, 2008

УДК 681.7

Советканова А. (22-МИК-1), Мехнина К. (22-МИК-1),
Жаксылыков М.Б. (22-АУК-1) Кунапьянова М.С., Ерсайнова Ж.Е. (ВКТУ)

ИНВЕРТИРУЮЩИЙ ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ: ПРИНЦИП РАБОТЫ, РАСЧЕТ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация: В статье рассматривается принцип работы инвертирующего операционного усилителя, его основные характеристики и особенности функционирования. Приводится модель схемы, включая расчет коэффициента усиления, входного и выходного сопротивления. Также анализируются факторы, влияющие на точность работы усилителя, и методы их минимизации. Особое внимание уделяется практическому применению инвертирующих операционных усилителей в системах обработки сигналов, фильтрации, аналоговых вычислениях и измерительных приборах. Рассмотрены примеры схемотехнических решений и рекомендации по их использованию в различных технических областях.

Ключевые слова: Инвертирующий операционный усилитель, напряжение, обратная связь, входы усилителя, цепь, коэффициент усиления, выходное напряжение, сопротивление резистора.

Инвертирующий усилитель характеризуется тем, что неинвертирующий вход операционного усилителя заземлен (то есть подключен к общему выводу питания). В идеальном операционном усилителе разность напряжений между входами усилителя равна нулю. Поэтому цепь обратной связи должна обеспечивать напряжение на инвертирующем входе также равное нулю.

Операционные усилители (ОУ) широко используются в аналоговой электронике для обработки сигналов. Одной из базовых схем является инвертирующий операционный усилитель, отличающийся простотой реализации и широким спектром применения. В данной статье рассматриваются принципы его работы, методы расчета параметров схемы и практические области использования.

Инвертирующий операционный усилитель представляет собой схему, в которой входной сигнал подается на инвертирующий (-) вход ОУ через входной резистор, а неинвертирующий (+) вход заземлен. Для обеспечения стабильной работы усилителя применяется отрицательная обратная связь с помощью резистора обратной связи, соединенного между выходом и инвертирующим входом.

Особенности инвертирующего операционного усилителя:

1. Инверсия фазы – выходной сигнал изменяется на 180° относительно входного. Если на вход подан положительный сигнал, то на выходе будет отрицательный (и наоборот).

2. Высокая точность и стабильность – благодаря отрицательной обратной связи обеспечивается высокая линейность и предсказуемость работы схемы.

3. Гибкость в настройке усиления – коэффициент усиления легко регулируется соотношением резисторов.

4. Низкий уровень входного тока – входной ток операционного усилителя практически равен нулю, что минимизирует нагрузку на источник сигнала.

5. Виртуальная точка заземления – инвертирующий вход ОУ благодаря обратной связи поддерживает напряжение, близкое к нулю (виртуальное заземление), что упрощает расчеты.

6. Высокий коэффициент ослабления синфазного сигнала (CMRR) – позволяет эффективно работать с дифференциальными сигналами, уменьшая влияние шумов.

7. Чувствительность к помехам – так как входной сигнал проходит через резистор, схема может быть подвержена внешним электромагнитным наводкам, особенно при высоких значениях сопротивлений.

Эти особенности делают инвертирующий операционный усилитель универсальным инструментом в схемах обработки сигналов, фильтрации, аудиотехнике и измерительных приборах.

Принцип работы основан на свойстве операционного усилителя стремиться выровнять напряжения на своих входах (правило виртуального заземления). Это означает, что разность потенциалов между входами ОУ стремится к нулю, а входной ток практически отсутствует.

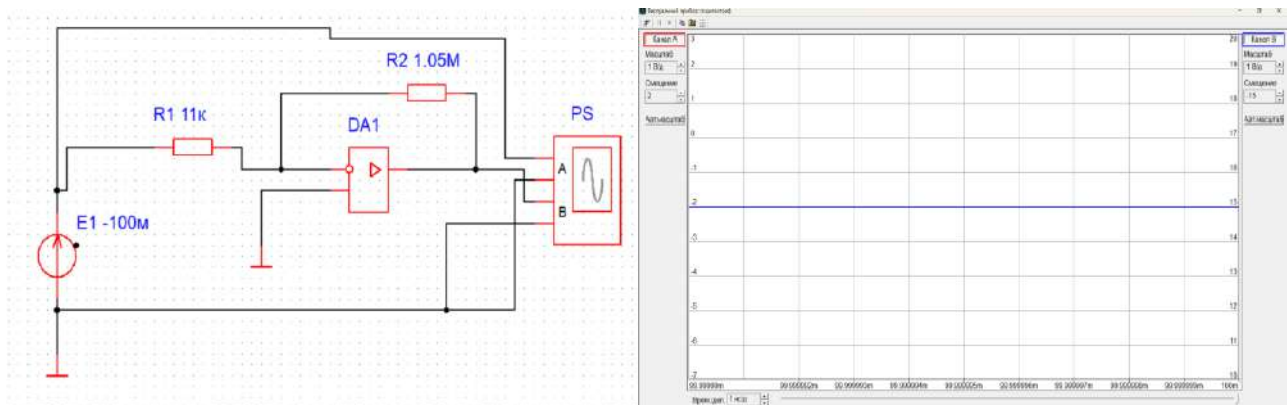


Рисунок 1 - Замер при (- 2В)

$$K_{yc} = \frac{U_{BbIX}}{U_{BX}} = -\frac{R2}{R1}$$

Рисунок 2 - Формула коэффициента усиления

$$K_{yc} = \frac{-105}{11} = 9,54$$

Меняя значения получаем готовый график в осциллографе. Эти значения записываем в далее созданную таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты замера при (-2) Вольтах

U _{вх} , В	-2	-1	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	0	0,1	0,2	0,3	0,5	1	2
U _{вых} расчетное, В	19,09	9,54	4,77	2,86	1,9	0,95	0	-0,95	-1,9	-2,8	-4,77	-9,54	-19,09
U _{вых} измерное, В	15	9,54	4,77	2,86	1,9	0,95	0	-0,95	-1,9	-2,8	-4,7	-9,54	-15

Увеличить сопротивление резистора обратной связи (R2) в 10 раз

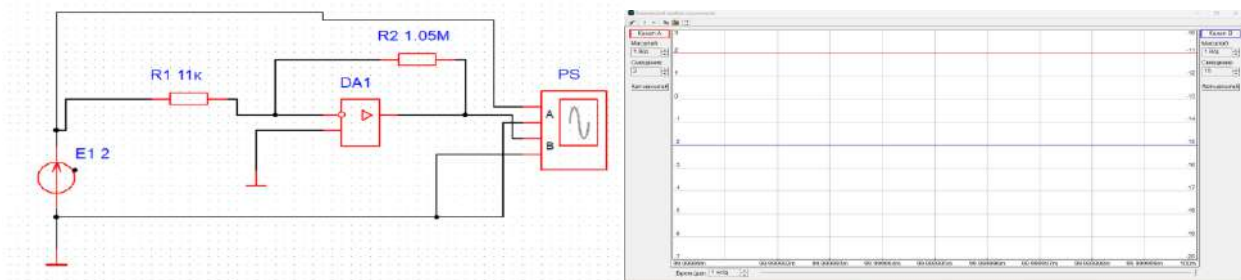


Рисунок 3 - Замер при 2В

Меняя значения получаем готовый график в осциллографе. Эти значения записываем в далее созданную таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты замера при 2 Вольтах

U _{вх} , В	-2	-1	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	0	0,1	0,2	0,3	0,5	1	2
U _{вых} расчетное, В	190,09	95,45	47,72	28,63	19,09	9,54	0	-9,54	-19,09	-28,63	-47,72	-95,45	-190,09
U _{вых} измерное, В	15	15	15	15	15	9,54	0	-9,54	-15	-15	-15	-15	-15

Далее строим таблицу от полученных результатов измерения напряжения. Создаем диаграмму для получения демонстрации результатов.

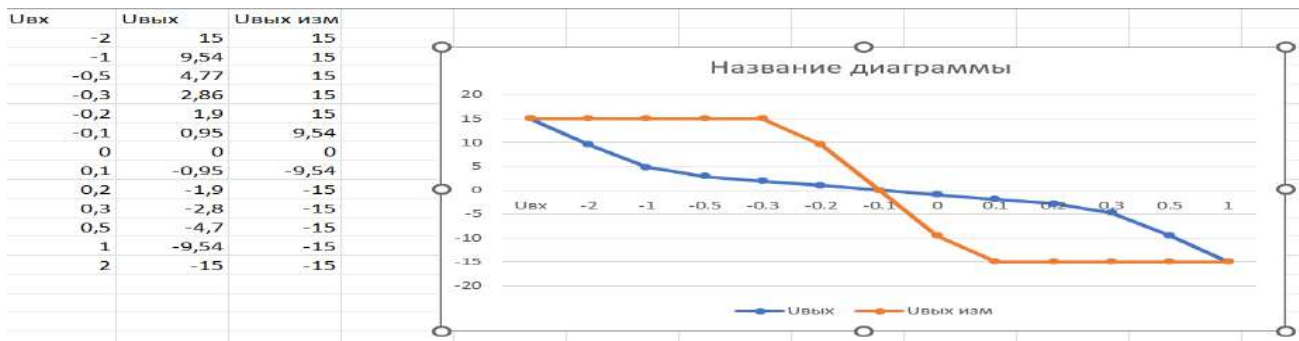


Рисунок 4 – Диаграмма от полученных результатов напряжения

Инвертирующий операционный усилитель широко применяется в различных электронных системах:

- 1) Аудиотехника — усиление и обработка звуковых сигналов.
- 2) Фильтры и регуляторы частот — создание активных фильтров низких, высоких и полосовых частот.
- 3) Аналоговые вычисления — применение в сумматорах, дифференциаторах и интеграторах.
- 4) Измерительная аппаратура — используется в датчиках, преобразователях сигналов и усилителях малых сигналов.
- 5) Системы управления — используется в промышленных и автоматизированных системах.

В данной статье изучена работа инвертирующего операционного усилителя. Инвертирующий усилитель характеризуется тем, что неинвертирующий вход операционного усилителя заземлён. В данной работе задано входное напряжение в соответствии с таблицей 1, для каждого значения входного напряжения произведен расчёт. При увеличении сопротивления резистора R_2 в 10 раз привело к следующим изменениям: **Усиление сигнала:** Коэффициент усиления для инвертирующего усилителя определяется отношением R_2/R_1 . Увеличение R_2 в 10 раз приведет к увеличению коэффициента усиления в 10 раз. Таким образом, выходное напряжение усилителя станет в 10 раз больше по сравнению с текущей настройкой (если не произойдет насыщение). Таким образом, увеличение сопротивления R_2 в 10 раз увеличит коэффициент усиления, но может вызвать насыщение выходного сигнала и снизить стабильность и полосу пропускания усилителя.

Инвертирующий операционный усилитель — это важный элемент аналоговой электроники, обеспечивающий усиление сигнала с инверсией фазы. Простота схемотехнической реализации и возможность гибкой настройки коэффициента усиления делают его универсальным инструментом для разработки электронных устройств. Правильный выбор параметров резисторов позволяет получить оптимальные характеристики схемы в зависимости от области применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) <https://www.ruselectronic.com/invertor-amplifier/>
- 2) https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%83%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D1%81_%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C%D1%8E
- 3) https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.946e3f40-67cb396c-a765b38a-74722d776562/https://www.geeksforgeeks.org/inverting-operational-amplifier/
- 4) <https://cxem.net/beginner/beginner96.php>

УДК 004.896

Светинский В.С. (24-МИС-23, ВКТУ), Блиная Е.В. (к.т.н., ВКТУ)

МЕТОДЫ ИНТЕГРАЦИИ ЛАБОРАТОРНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация. *Статья посвящена анализу подходов к парсингу файлов с использованием технологий искусственного интеллекта (ИИ). Рассмотрены четыре метода: запись в систему результатов из файла с помощью ИИ, создание индивидуального парсера для каждого файла, разработка универсального парсера на основе набора файлов и создание самообучающегося алгоритма, который адаптирует парсер к новым данным. Для каждого подхода описаны преимущества, недостатки и условия применения. Проведено сравнение методов по таким критериям, как гибкость, точность, ресурсоемкость, сложность поддержки и универсальность. В заключение представлены рекомендации по выбору подхода в зависимости от специфики задач и структуры данных.*

Ключевые слова: *парсинг файлов, искусственный интеллект, автоматизация обработки данных, самообучающиеся алгоритмы, универсальный парсер, обработка структурированных данных, анализ данных.*

Современные лабораторные информационные системы (ЛИМС) — это специализированные программные платформы, предназначенные для автоматизации управления данными и процессами в лабораториях. Они используются для сбора, хранения, обработки и анализа информации, связанной с лабораторными исследованиями, пробами, оборудованием, персоналом и другими аспектами работы лаборатории. ЛИМС помогают повысить эффективность, точность и соответствие стандартам качества (например, ISO 17025, GLP, GMP).

Интеграция с внешними системами и оборудованием

Интеграция ЛИМС с внешними системами и оборудованием является критически важной для современных лабораторий. По следующим причинам [1, с.32]:

1. *Автоматизация сбора данных:* ЛИМС интегрируется с лабораторным оборудованием (например, спектрометрами, хроматографами, анализаторами) для автоматического импорта данных. Это исключает ошибки, связанные с ручным вводом, и ускоряет процессы.

2. *Обмен данными с другими системами:* ЛИМС часто интегрируется с ERP (Enterprise Resource Planning), MES (Manufacturing Execution System), CRM (Customer Relationship Management) и другими корпоративными системами для обмена информацией о заказах, клиентах, ресурсах и результатах анализов.

В медицинских лабораториях ЛИМС интегрируется с электронными медицинскими картами (EMR/EHR) для передачи результатов анализов пациентам.

3. *Соблюдение нормативных требований:* Интеграция позволяет автоматически фиксировать данные, что важно для аудита и соответствия стандартам (например, FDA 21 CFR Part 11).

4. *Повышение эффективности:* Интеграция устраняет необходимость дублирования данных, сокращает время обработки и улучшает координацию между отделами.

5. *Поддержка IoT и Industry 4.0:* Современные ЛИМС поддерживают подключение к IoT-устройствам и облачным платформам, что позволяет удаленно контролировать оборудование и анализировать данные в реальном времени.

Современные ЛИМС - это мощные инструменты, которые значительно упрощают управление лабораторными процессами. [2, с.45] Их эффективность во многом зависит от степени интеграции с внешними системами и оборудованием. Без такой интеграции ЛИМС не сможет полностью реализовать свой потенциал, что приведет к снижению производительности и увеличению риска ошибок. Поэтому при выборе и внедрении ЛИМС важно уделить особое внимание вопросам интеграции.

Интеграция ЛИМС с внешними системами и оборудованием часто происходит с использованием файловых обменов.[3, с.168] Это один из наиболее распространенных способов передачи данных, особенно в случаях, когда прямое API-взаимодействие недоступно или сложно реализуемо. Данные экспортируются из оборудования или внешних систем в формате файлов (например, CSV, XML, JSON, TXT), которые затем загружаются в ЛИМС для дальнейшей обработки.

Для работы с такими файлами активно используется парсинг.

Парсинг файлов — это процесс извлечения структурированных данных из неструктурированных или полуструктурированных источников, таких как текстовые файлы, PDF, HTML, XML и другие форматы.[4, с.15] С развитием искусственного интеллекта (ИИ) появились новые подходы к автоматизации и оптимизации этого процесса. В данной статье мы рассмотрим четыре подхода к парсингу файлов с использованием ИИ, сравним их преимущества и недостатки, а также определим, в каких случаях каждый из них может быть наиболее эффективным.[5, с.45-60.]

1. Запись результатов в систему с помощью ИИ

Описание подхода. В этом случае ИИ используется для анализа каждого нового файла и генерации обновлений для уже существующей базы данных или системы. Вместо создания отдельного парсера, ИИ самостоятельно определяет структуру файла и извлекает необходимые данные.

Преимущества

- Гибкость: Подход адаптируется к любым изменениям в структуре файлов.
- Минимум ручной работы: Не требуется создавать или поддерживать парсеры вручную.

- Быстрая интеграция: Новые файлы могут обрабатываться сразу после их поступления.

Недостатки

- Зависимость от ИИ: Требуется мощная модель ИИ, способная корректно интерпретировать разнообразные форматы.
- Ошибки интерпретации: Возможны неточности в извлечении данных, особенно если файлы имеют сложную или нестандартную структуру.
- Высокая стоимость: Использование ИИ для каждого файла может быть дорогостоящим, особенно при больших объемах данных. (можно использовать доступные офлайн ИИ, однако в таком случае вероятность ошибок возрастет)

Применение: Этот подход подходит для ситуаций, когда файлы имеют часто меняющуюся структуру, а также когда важна скорость обработки новых данных без необходимости ручного вмешательства.

2. Создание парсера с помощью ИИ для каждого файла.

Описание подхода. ИИ используется для автоматического создания индивидуального парсера для каждого нового файла. Модель анализирует структуру файла и генерирует код или алгоритм для его обработки.

Преимущества

- Точность: Парсеры создаются с учетом специфики каждого файла, что минимизирует ошибки.
- Автоматизация: Процесс создания парсеров должен быть полностью автоматизирован.
- Масштабируемость: Подход легко масштабируется на большое количество файлов.

Недостатки

- Ресурсоемкость: Создание отдельного парсера для каждого файла требует значительных вычислительных ресурсов.
- Сложность поддержки: Множество парсеров может усложнить поддержку и обновление системы.
- Ограниченная универсальность: Подход не подходит для файлов с очень сложной или нестандартной структурой.

Применение: Этот подход эффективен, когда файлы имеют уникальную структуру, но при этом их количество не слишком велико, так же может применяться как альтернатива первому методу в случае, если у скрипта нет прямого доступа к базе данных.

3. Создание универсального парсера на базе набора файлов

Описание подхода

ИИ используется для создания универсального парсера, который может обрабатывать множество файлов с разной структурой. Модель обучается на наборе файлов и выявляет общие закономерности, которые позволяют ей адаптироваться к новым данным.

Преимущества

- Универсальность: Один парсер может обрабатывать множество файлов.
- Экономия ресурсов: Не требуется создавать отдельные парсеры для каждого файла.
- Простота поддержки: Легче поддерживать и обновлять один парсер, чем множество.

Недостатки

- Ограниченная гибкость: Универсальный парсер может не справляться с файлами, имеющими отличающуюся структуру от изначального набора данных.
- Требуется обучение: Для создания парсера необходим большой набор данных для обучения.
- Риск ошибок: Возможны ошибки при обработке файлов с нестандартной структурой.

Применение: Этот подход подходит для ситуаций, когда файлы имеют схожую структуру или когда необходимо обрабатывать большие объемы данных с минимальными затратами.

4. Создание алгоритма самообучения, для анализа новых файлов и доработки действующего парсера

Описание подхода. ИИ используется для создания самообучающегося алгоритма, который анализирует новые файлы и автоматически дорабатывает существующий парсер. Модель постоянно улучшается, адаптируясь к изменениям в структуре файлов.

Преимущества

- Адаптивность: Парсер постоянно улучшается и адаптируется к новым данным.
- Минимум ручного вмешательства: Процесс обучения и доработки должен быть автоматизирован.
- Долгосрочная эффективность: Подход обеспечивает высокую точность и гибкость в долгосрочной перспективе.

Недостатки

- Сложность реализации: Требуется разработка сложной системы самообучения.
- Ресурсоемкость: Процесс самообучения может требовать значительных вычислительных ресурсов.
- Риск переобучения: Модель может стать слишком специализированной и потерять универсальность.

Применение: Этот подход идеален для долгосрочных проектов, где структура файлов может меняться со временем, а также где важна высокая точность и адаптивность.

Сравнение рассмотренных подходов к применению ИИ при интеграции представлено в Таблице 1.

Таблица 1. Сравнение подходов.

Подход	Гибкость	Точность	Ресурсоемкость	Сложность поддержки	Универсальность
Запись результатов в систему с помощью ИИ	Высокая	Средняя	Высокая	Низкая	Средняя
Создание нового парсера для каждого файла	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Средняя
Универсальный парсер	Низкая	Средняя	Низкая	Низкая	Низкая
Самообучающийся алгоритм	Средняя	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая

Заключение

Выбор подхода к парсингу файлов с использованием ИИ зависит от конкретных задач и условий. Если структура файлов часто меняется, а объемы данных невелики, то подход с записью данных напрямую или созданием индивидуальных парсеров может быть оптимальным. Для больших объемов данных с похожей структурой лучше подойдет универсальный парсер. Если же требуется долгосрочное решение с высокой адаптивностью, то самообучающийся алгоритм станет наилучшим выбором.

Каждый из подходов имеет свои сильные и слабые стороны, и их эффективность во многом зависит от качества реализации ИИ-модели и специфики обрабатываемых данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. – М.: Стандартиформ, 2019. – 32 с.
2. Good Laboratory Practice (GLP). OECD Principles and Guidelines for Compliance Monitoring. – OECD Publishing, 1998. – 45 p.
3. Good Manufacturing Practice (GMP). Guidelines for Pharmaceutical Products. – WHO, 2014. – 168 p.
4. FDA 21 CFR Part 11. Electronic Records; Electronic Signatures. – U.S. Food and Drug Administration, 2003. – 15 p.
5. Smith, J., Brown, T. Artificial Intelligence in Data Parsing: Methods and Applications. – Journal of Data Science, 2021. – Vol. 15, No. 3. – P. 45-60.

УДК 004.896

Светинский В.С. (24-МИС-23, ВКТУ), Блиная Е.В. (к.т.н., ВКТУ)

ИНТЕГРАЦИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И
МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Аннотация: В статье рассматриваются актуальные проблемы и перспективы интеграции лабораторного испытательного и аналитического оборудования с Лабораторными Информационными Менеджмент Системами (ЛИМС), а также потенциал применения методов машинного обучения для улучшения работы этих систем. В условиях автоматизации процессов на предприятиях, оснащённых современным лабораторным оборудованием, важной задачей является интеграция оборудования, такого как хроматографы, спектрометры, титраторы и т.д., с ЛИМС для целей повышения эффективности работы лабораторий и минимизации ошибок, связанных с человеческим фактором. Описываются существующие подходы к интеграции оборудования, используемые модули и шаблоны для передачи данных между лабораторным оборудованием и ЛИМС, а также проблемы, связанные с конфигурацией и универсальностью этих решений.

Ключевые слова: ЛИМС, интеграция, оборудование, испытательное оборудование, аналитическое оборудование, машинное обучение.

В современном мире информатизация стала неотъемлемой частью всех сфер деятельности, и особенно она оказывает влияние на крупные производства и лаборатории. Для обеспечения высокого качества продукции на предприятиях часто создаются специализированные лаборатории, оснащённые различным оборудованием. В таких лабораториях работают хроматографы, плотномеры, титраторы, спектрометры и другие сложные устройства, которые могут быть интегрированы с лабораторной информационной системой (ЛИМС). В условиях таких масштабов и разнообразия используемого приборного оснащения, функционирование лабораторий без систем автоматизации затруднительно. [1, с.1]

Автоматизация процессов в лабораториях — это не только способ повышения эффективности, но и ключ к снижению вероятности возникновения ошибок, связанных с человеческим фактором, а также к ускорению бизнес-процессов и снижению затрат на выполнение трудоемких рутинных операций. Важно отметить, что создание решений для интеграции лабораторного оборудования с ЛИМС активно разрабатывается различными компаниями, такими как LabWare Inc[2, с.1] ООО «ИндаСофт»[3, с.1], ООО «1С», ООО «ЭЛабоТэк» и другими ведущими разработчиками программного обеспечения для автоматизации лабораторных бизнес-процессов.

Целью данной статьи является обзор существующих методов интеграции лабораторного оборудования с ЛИМС, а также анализ перспектив применения машинного обучения в этой области.

Лабораторные информационные системы: назначение и функции

ЛИМС предназначены для автоматизации процессов управления, обработки и хранения информации о качестве исследуемых образцов, прочей лабораторной информации. Они обеспечивают следующее [4. с7]:

- Оперативное предоставление информации о качестве продукции;
- Автоматизацию бизнес-процессов лаборатории (поступление и регистрация образцов, проведение испытаний, оформление отчетности и т. д.);
- Передачу, по средствам интеграции, информации о качестве образцов в единую информационную сеть предприятия;
- Учет и управление лабораторными ресурсами, включая персонал, оборудование, реактивы, материалы и т.п.;
- Регистрацию образцов с присвоением уникальных идентификационных номеров и контроль их жизненного цикла;
- Автоматизацию ввода результатов испытаний и измерений, включая экспорт данных с испытательного оборудования в систему;
- Проверку результатов на соответствие требованиям нормативной документации.

Внедрение ЛИМС помогает снизить риски возникновения ошибок и упрощает обработку данных. Однако для эффективной работы таких систем необходима интеграция с испытательным оборудованием лабораторий. В этом контексте важным элементом является автоматическая передача данных с приборов, которая позволяет минимизировать влияние человеческого фактора и ускорить выполнение процессов. Схема применения ЛИМС представлена на рисунке 1.

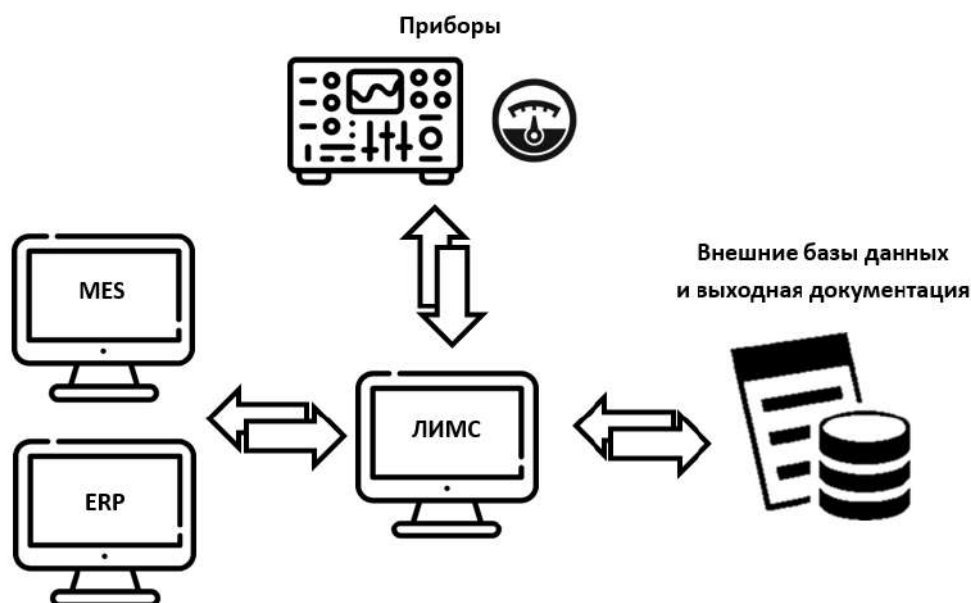


Рисунок 1. Схема применения ЛИМС [5. с2]

Интеграция с испытательным оборудованием

Современные системы ЛИМС часто включают в себя модули для автоматического сбора и передачи данных с лабораторных приборов. Для примера рассмотрим некоторые решения этой задачи, которые предоставляет LabWare LIMS [6, с.1].

1) Модуль LabWare LabStation

Модуль представляет собой инструмент для интеграции лабораторного оборудования с системой LabWare LIMS и позволяет получать данные с приборов без вмешательства пользователя. Инструмент предлагает несколько вариантов реализации интеграции:

- Интеграция через последовательный порт (RS232) напрямую или с использованием преобразователей, таких как "МОХА".
- Получение данных от сетевых приборов по Ethernet.
- Извлечение данных из текстовых файлов - метод «парсинга», при котором информация, записанная в файл, анализируется и передаётся в ЛИМС.
- Использование протокола FTP - для передачи данных в формате, поддерживаемом системой.

2) LabWare Integration Template

LabWare Integration Template - это компонентный шаблон для интеграции данных в систему LabWare LIMS, обеспечивающий синтаксический анализ и преобразование информации, полученной от внешних систем или оборудования, в формат, который можно импортировать в LIMS. Он также включает функции для создания экспортных файлов для передачи данных во внешние системы или устройства.

Шаблон предназначен для работы с Модулем LabStation и/или Компонентным шаблоном Message Engine, обеспечивая как ручной, так и автоматизированный процесс импорта данных в систему. Он поддерживает два типа сбора данных: прямой (для приборов с единичными или небольшими множественными результатами, передаваемыми через последовательный порт или сетевой IP) и непрямой (для более сложных приборов, генерирующих большие наборы данных, которые могут быть автоматически сопоставлены с результатами в LIMS).

Процесс обработки данных включает использование парсинг-скриптов для анализа и преобразования полученной информации в формат, совместимый с LIMS. Далее данные передаются в систему с использованием стандартных функций импорта, обновляя результаты с учётом настроек и параметров системы.

Перспективы применения машинного обучения.

Рассмотренные в примере решения предоставляемые LabWare Inc справляются с поставленными задачами. Однако для конфигурации модуля LabStation, от администратора ЛИМС требуются навыки программирования, также процесс конфигурации трудозатратен. Integration Template имеет интерфейс настройки, пригодный для использования без навыков программирования, однако такая конфигурация недостаточно универсальна, и,

для обработки всех возможных разновидностей файлов с результатами, предусматривается совместное применение модуля LabStation.

В связи с этим, принято решение рассмотреть альтернативные способы интеграции испытательного оборудования и ЛИМС.

В последнее время особое внимание уделяется возможностям машинного обучения в рамках ЛИМС. Современные алгоритмы могут значительно улучшить процессы анализа и обработки данных, а также повысить точность измерений и диагностики.

Автоматизация обработки данных: Алгоритмы машинного обучения могут помочь в автоматическом анализе и классификации данных, собранных с приборов. Это особенно важно для лабораторий, работающих с большим объемом данных, где традиционные методы обработки оказываются неэффективными.

Предиктивная диагностика и обслуживание: Использование методов машинного обучения позволяет создать модели для предсказания поломок и сбоев в работе оборудования на основе данных о его эксплуатации. Это дает возможность заранее проводить обслуживание и снижать вероятность аварий.

Оптимизация калибровки: Машинное обучение может быть использовано для автоматической калибровки и настройки приборов в реальном времени, что повышает точность измерений.

Автоматическая идентификация образцов: Машинное обучение помогает быстро и точно идентифицировать образцы, что особенно важно для больших лабораторий с множеством проб и экспериментов.

И главное в нашем случае, это *обработка сырых данных*: Методы машинного обучения позволяют разрабатывать парсинг-скрипты для обработки сырых данных с приборов, что упрощает интеграцию новых приборов в ЛИМС без необходимости в глубоких знаниях программирования.

Стратегия интеграции машинного обучения

На текущий момент, разработчики ЛИМС активно исследуют возможности интеграции машинного обучения в их системы. В перспективе алгоритмы машинного обучения смогут не только улучшить обработку данных, но и полностью изменить подход к анализу лабораторных испытаний [7, с.1].

Автоматизация анализа: Машинное обучение позволит снизить нагрузку на лабораторных специалистов, автоматизируя процесс принятия решений на основе меньшего количества данных.

Предсказания и оптимизация: Системы машинного обучения смогут предсказывать результаты испытаний и оптимизировать параметры процессов, что сделает лаборатории более продуктивными и эффективными.

Обогащение данных: с помощью методов анализа данных можно будет выявлять скрытые зависимости и тенденции, которые могут остаться незамеченными при традиционном подходе.

Заключение

Интеграция лабораторного оборудования с ЛИМС играет ключевую роль в автоматизации процессов и улучшении качества продукции. Накопленный

опыт и внедрение технологий машинного обучения в ЛИМС у различных компаний для различных задач, позволит перейти к созданию альтернативных подходов для интеграции испытательного оборудования с ЛИМС на основе машинного обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. LabWare, Ресурс в интернете: Inc <https://www.labware.com/ru/>, 1 с.
2. ООО «ЛАБВЭА», Ресурс в интернете: <https://labware.ru/>, 1 с.
3. ООО «ИндаСофт» ЛИМС «I-LDS», 2020 Ресурс в интернете: <https://indusoft.ru/products/indusoft/LIMS/2>, 1 с.
4. Буканов С.А. Диссертация «Интеграция измерительного оборудования с лабораторной информационной менеджмент-системой на предприятии нефтепереработки», 2023, 7 с.
5. LabWare, Inc LabWare 8 Brochure, 2 с.
6. LabWare, Inc LabWare Services Brochure, 1 с.
7. «Freelims» проект 2023, Ресурс в интернете: <https://freelims.org/truly-digital-laboratories-the-rise-of-ai-and-ml-in-lims-laboratory-informatics/>, 1 с.

УДК 004

Смагзанов Н.М. (23-ММИ-2т, ВКТУ), Григорьева С.В. (PhD, ВКТУ)

ОЦЕНКА СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ В СИСТЕМЕ NLOS С ОДИНОЧНЫМ
СВЕТОДИОДНЫМ ПЕРЕДАТЧИКОМ

Аннотация. В данной статье исследуется производительность внутренней системы оптической беспроводной технологии связи на основе видимого света. Визуализирована модель распространения светового сигнала в зоне не прямой видимости (NLOS) в помещении. Проанализировано влияние поля зрения в модели распространения NLOS с одним светодиодом в качестве передатчика, а также оценена скорость передачи. Расчетные результаты показывают, что скорость передачи смоделированной системы находится в диапазоне от $2,12 \cdot 10^7$ до $4,21 \cdot 10^7$ бит/с при изменении углов поле зрения приёмника от 30° до 90° . Представленные результаты показывают, что технология на основе передачи данных по видимому свету может быть использована в реальных системах.

Ключевые слова: VLC, скорость передачи, NLOS, FOV, светодиод, оптическая система

Технология связи с помощью видимого света называемая как Visible Light Communication (VLC) является новой областью исследований в системах беспроводной связи. Появление белых мощных светодиодов позволило реализовать данную технологию. В VLC светодиод выступает в роли передатчика, отправляя данные в виде света на фотоприемник, который находится в зоне прямой видимости. В качестве среды передачи используется свободное пространство. Передаваемые через светодиод данные кодируются и передаются посредством мигания. Фотоприемник принимает световой сигнал и декодирует переданную информацию. Свойства светодиодов позволяют передавать данные с высокой скоростью и изменять интенсивность света на частотах, которые не воспринимаются человеческим глазом.

Одним из преимуществ системы VLC является возможность реализации с использованием мощного белого светодиода и фотодиода. Технология отличается экономичностью и компактностью, предотвращает радиопомехи и устраняет необходимость в лицензировании радиочастот, а также прокладке подземных кабелей. Благодаря безопасности и отсутствию электромагнитных излучений VLC находит применение в медицине. Например, ее можно использовать в больницах и клиниках для передачи данных без риска помех для медицинского оборудования, такого как аппараты МРТ или кардиостимуляторы. Кроме того, VLC может применяться в хирургических залах для беспроводной связи между приборами и персоналом, а также в носимых медицинских устройствах для передачи информации о состоянии пациента без использования радиоволн.

При организации передачи данных в помещении необходимо учитывать, что приемник будет принимать и обрабатывать прямой световой сигнал, а также отраженный от поверхностей или препятствий (например, стена). В

данной работе рассмотрим производительность в системе распространения светового сигнала не в зоне прямой видимости (Non-Line of Sight, NLOS) в помещении с одиночным передатчиком.

В модели распространения NLOS рассматриваются как прямой, так и отраженный путь света. Рассмотрим сценарий, когда один светодиод выступает в роли передатчика. Затем, учитывая характеристики принятого сигнала, оцениваем производительность системы VLC на стороне приемника.

На рисунке 1 изображена модель системы VLC с использованием одного светодиода. Параметр ϕ_r излучаемого передатчиком света соответствует углу обзора светодиода. Расстояния от светодиода до приёмника в зоне прямой видимости d , свет падает под углом ψ_r на фотоприёмник. Расстояние между точками представлены значениями d_1 и d_2 . Углы обозначены величинами α_{ir} и β_{ir} .



Рисунок 1 – Модель системы VLC с одной отражающей стеной и светодиодом, размещенным на потолке помещения

Принимаемая мощность рассчитывается с учетом отражения от стены на направленном пути $H_d(0)$ и отраженном пути $H_{ref}(0)$. Формула должна учитывать вклад прямого и отраженного сигналов, суммируя их по всем используемым светодиодам и определяется следующим образом [1]:

$$P_r = \sum^{N_{LED}} \left\{ P_t H_d(0) + \int_{Reflections} P_t dH_{ref}(0) \right\}, \quad (1)$$

где: P_r – общая принимаемая мощность, N_{LED} – число светодиодов, P_t – передаваемая мощность светодиодов, $H_d(0)$ – коэффициент передачи сигнала для прямого пути, $H_{ref}(0)$ – коэффициент передачи сигнала для отраженного пути.

Передаваемая оптическая мощность (P_t), определяется по формуле:

$$P_t = \int_{\Lambda_{min}}^{\Lambda_{max}} \int_0^{2\pi} \Phi_e d\theta d\lambda, \quad (2)$$

где Λ_{\min} и Λ_{\max} определяются кривой чувствительности фотодиода. Φ_e - это энергия потока, которая определяется как:

$$\Phi = K_m \int_{380}^{780} V(\lambda) \Phi_e(\lambda) d\lambda, \quad (3)$$

где $V(\lambda)$ - стандартная кривая светимости, K_m - максимальная видимость, определяемая как 683 лм/Вт при $\lambda = 555$ нм.

Коэффициент усиления постоянного тока канала в прямом пути определяется [2,3] как:

$$H(0) = \begin{cases} \frac{A_r(m_l+1)}{2\pi d^2} \cos^{m_l}(\varphi_r) T_s(\psi) g(\psi) \cos(\psi_r), & 0 \leq \psi_r \leq \psi_c, \\ 0, & \psi_r > \psi_c \end{cases}, \quad (4)$$

где $T_s(\psi)$ - коэффициент усиления оптического фильтра, A_r - физическая площадь детектора в фотодиоде, d - расстояние. Размер поля зрения фотодиода определяется константой ψ_c . Оптический концентратор $g(\psi)$ выражается [2] как:

$$g(\psi) = \begin{cases} \frac{n^2}{\sin^2 \psi_c}, & 0 \leq \psi_r \leq \psi_c, \\ 0, & 0 \geq \psi_c \end{cases}, \quad (5)$$

где n - показатель преломления материала концентратора.

Коэффициент усиления канала постоянного тока отражения от стены определяется [3] как:

$$dH_{ref}(0) = \begin{cases} \frac{(m_l+1)A_r}{2(\pi d_1 d_2)} \rho dA_{wall} \cos^{m_l}(\varphi_r) \cos(\alpha_{ir}) \cos(\beta_{ir}) T_s(\psi) g(\psi) \cos(\psi_r), & 0 \leq \psi_r \leq \psi_c, \\ 0, & \psi > \psi_c \end{cases}, \quad (6)$$

где m_l - порядок модели Ламберта для излучателя, описывающий направленность излучения, ρ - коэффициент отражения, а dA_{wall} - отражающая область небольшой области.

Важнейшим требованием к производительности для системы VLC является среднеквадратичное распространение задержки [4]:

$$D_{RMS} = \sqrt{\mu^2 - (\mu)^2}, \quad (7)$$

где μ - средняя избыточная задержка, которая определяется как:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^M P_{d,i} t_{d,i} + \sum_{j=1}^N P_{ref,j} t_{ref,j}}{P_{rT}}, \quad (8)$$

где M, N – количество прямых путей и отраженных путей распространения сигнала, $P_{d,i}$ – мощность сигнала, пришедшего по прямому пути, $t_{d,i}$ – время в прямом пути, $P_{ref,j}$ – мощность сигнала, пришедшего по отраженному пути, $t_{ref,j}$ – время отраженного пути, P_{rT} – общая принимаемая мощность сигнала.

Значение μ^2 определяется как:

$$\mu^2 = \frac{\sum_{i=1}^M P_{d,i} t_{d,i}^2 + \sum_{j=1}^N P_{ref,j} t_{ref,j}^2}{P_{rT}}. \quad (9)$$

Максимальная скорость передачи данных, которая может быть передана без устройства компенсации искажения сигнала, выражается [5] как:

$$R_b \leq \frac{1}{10 D_{RMS}}. \quad (10)$$

В результате излучения интенсивность зависит от угла облучения φ . Значение m_l является порядком ламбертовского излучения, выражается полууглом при половинной освещенности светодиода $\varphi_{1/2}$ и определяется как:

$$m_l = \frac{-\ln(2)}{\ln(\cos \frac{\varphi_{1/2}}{2})}. \quad (11)$$

Рассчитаем производительности модели распространения NLOS от одного светодиода в качестве передатчика на основе модели (рисунок 1).

Исходные значения, используемые в расчете:

Полуугол при половине мощности, $\varphi_{1/2} = 70^\circ$

Ламбертовский порядок излучения, по формуле (11): $m_l = 0.6461$

Показатель преломления линзы на фотодиоде $n = 1,5$;

Поле зрения приемника (FOV) = 70° ;

Коэффициент усиления эквалайзера, по формуле (5): $g(\psi) = 2.5481$;

Размеры помещения: $l_y = l_z = 10$ м;

Расположение передатчика (светодиода): $N_y = l_y * 10$; $N_z = l_z * 10$.

Количество сеток на каждой поверхности: $dA_{wall} = \frac{l_z \times l_y}{N_y \times N_z} = 0.01$

Значения углов, расстояние, а также расчетные параметры коэффициентов передачи сигнала для отраженного пути и затраченное время приведены ниже.

Путь до стены	Отражённый путь	Прямой путь
$d_1 = 5 \text{ м}; d_2 = 10 \text{ м};$ $\alpha_{ir} = 48^\circ; \cos(48) = 0.669$ $\beta_{ir} = 40^\circ; \cos(40) = 0.76$ $\varphi_r = 43^\circ; \cos(43) = 0.73$ $\psi_r = 48^\circ; \cos m_1(\varphi_r) = 0.81$	$d_1 = 9 \text{ м}; d_2 = 5 \text{ м};$ $\alpha_{ir} = 40^\circ; \cos(40) = 0.76$ $\beta_{ir} = 60^\circ; \cos(60) = 0.5$ $\varphi_r = 50^\circ; \cos(50) = 0.64$ $\psi_r = 40^\circ; \cos m_1(\varphi_r) = 0.64$	$d = 11 \text{ м};$ $\varphi_r = 22^\circ; \psi_r = 25^\circ;$ $m_1 = 0.64;$ $\cos(22) = 0.95$ $\cos(25) = 0.906$
$H_{ref}(0) = 1.9050 \times 10^{-7}$ $Time, t = 5 \times 10^{-8}$	$H_{ref}(0) = 1.8509 \times 10^{-7}$ $Time, t = 4.666 \times 10^{-8}$	$H_{ref} = 4.8 \times 10^{-3}$ $Time, t = 3.666 \times 10^{-8}$

Средняя избыточная задержка: $\mu^2 = 6.4022 \times 10^{-18}$

Среднеквадратичное распространение задержки: $D_{RMS} = 2.52 \times 10^{-9}$

Скорость передачи: $R_b = \frac{1}{10 \times 2.52 \times 10^{-9}} = 3.96 \times 10^7 \text{ (bits/s)}$

Аналогично мы изменили значение FOV в диапазоне от 30° до 90° и оценили скорость передачи данных в системе (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимость скорости передачи от угла обзора приемника

FOV(градус)	Скорость передачи (bits/s)
30°	2.12×10^7
40°	2.71×10^7
50°	3.23×10^7
60°	3.65×10^7
70°	3.96×10^7
80°	4.15×10^7
90°	4.21×10^7

Приведен алгоритм расчета производительности системы на основе технологии VLC. Расчетные результаты показывают, что скорость передачи смоделированной системы находится в диапазоне от $2,12 \cdot 10^7$ до $4,21 \cdot 10^7$ бит/с при изменении углов поле зрения приёмника от 30° до 90° . Полученная скорость передачи данных достаточна для большинства бытовых и промышленных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Komine T.; Nakagawa M. Fundamental analysis for visible-light communication system using LED lights // IEEE Trans. Consum. Electron. – 2004. – P. 100–107.
2. Barry J.R. Wireless Infrared Communications // Springer Science & Business Media: Berlin/Heidelberg, Germany. – 1994; Volume 280.
3. Gfeller F.R.; Bapst U. Wireless in-house data communication via diffuse infrared radiation // Proc. IEEE 1979, 67, 1474–1486.
4. Ghassemlooy Z.; Popoola W.; Rajbhandari S. Optical Wireless Communications: System and Channel Modelling with Matlab. – CRC Press: Boca Raton. – 2019.
5. Xu F.; Khalighi A.; Caussé P.; Bourennane S. Channel coding and time-diversity for optical wireless links // Opt. Express. – 2009. – 17. – P. 872–887.

УДК 004.8

Хохлова А.Е. (23-МИС-2т, ВКТУ), Хасенова З.Т. (PhD, ВКТУ)

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ АКТУАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ IT-СПЕЦИАЛИСТОВ

Аннотация. В IT-индустрии существует разрыв между подготовкой выпускников и требованиями работодателей. В работе анализируются востребованные компетенции IT-специалистов через кластеризацию вакансий hh.kz. Проведен интеллектуальный анализ и группировка по профессиональным навыкам. Определены основные кластеры и частотность ключевых навыков. Результаты подтверждают необходимость постоянного мониторинга рынка и прогнозирования компетенций для адаптации образовательных программ к динамично изменяющимся требованиям индустрии.

Ключевые слова: вакансии, компетенции, кластеризация, рынок труда, text mining,

Введение. Развитие технологий и цифровизация экономики обуславливают появление новых требований к квалификации специалистов. Быстрый темп технологического прогресса и изменения экономической среды требуют от сотрудников постоянной адаптации к новым профессиональным навыкам. Анализ рынка труда свидетельствует о наличии заметного разрыва между тем, чему научились выпускники, и тем, что требуется на рабочих местах. По данным исследований рекрутинговых агентств, около 30% работодателей отмечают несоответствие между полученной специальностью выпускника и реальными должностными обязанностями; в результате многие молодые специалисты работают не по профилю полученного образования [1]. Данная проблема характерна и для сферы информационных технологий, где востребованные навыки быстро эволюционируют.

Одним из подходов к решению данной проблемы является анализ текстов вакансий с использованием машинного обучения и обработки данных. Массовый сбор и обработка объявлений о найме позволяет выявить шаблоны в требуемых навыках и знаниях. В мировой практике подобные исследования проводятся для различных отраслей. Так, например, с помощью методов NLP и кластеризации были проанализированы сотни тысяч объявлений о найме, что позволило в автоматическом режиме сформировать профили должностей и отслеживать изменения спроса на навыки в реальном времени [2]. В другой работе авторами была выполнена кластеризация вакансий, связанных с большими данными, методом k-средних, что дало возможность разделить вакансии на 10 категорий и проанализировать требования к ним по уровням зарплат, опыту и образованию [3]. Опыт этих исследований демонстрирует эффективность применения Data Mining и Text Mining для изучения рынка труда. В данной статье описывается применение подобного подхода к кластеризации актуальных компетенций IT-специалистов в Казахстане на основе данных с hh.kz.

Для исследования актуальных компетенций IT-специалистов был выбран подход анализа текстов вакансий, опубликованных на портале hh.kz – одном из крупнейших сайтов по трудоустройству в Казахстане. Общий план исследования включал следующие этапы: сбор данных, предварительная обработка (очистка) текста, анализ требований (Text Mining), кластеризация вакансий по наборам компетенций и визуализация результатов. Вакансии были собраны методом web-скрейпинга с использованием средств Python. Парсер извлек основные поля вакансий, включая название должности, описание обязанностей и список требований к кандидату. Полученные данные вакансий сохранялись в формате CSV для последующего анализа, всего было собрано порядка 5000 объявлений по Казахстану.

На этапе подготовки данных применялись методы Text Mining для очистки и приведения текстовой информации к анализируемому виду. С помощью библиотеки pandas данные были загружены в датафрейм, после чего к тексту требований работодателей последовательно применялись следующие процедуры обработки текста.

Для применения алгоритмов кластеризации текст вакансий необходимо представить в виде числовых признаков. В данной работе каждая вакансия была представлена вектором на основе упоминаемых компетенций (метод bag of words). Были использованы бинарные признаки наличия навыка: т.е. элемент вектора равен 1, если в тексте вакансии присутствует данный навык, и 0 – если отсутствует. Такая бинаризация сглаживает различия в формулировках и длине описания требований. Размерность вектора равна количеству уникальных навыков в рассматриваемом словаре (в нашем случае несколько сотен наиболее частотных технических и нетехнических компетенций).

На основе полученных векторов компетенций была проведена кластеризация – группировка вакансий по схожести требуемых навыков. В качестве алгоритма кластеризации применялся метод K-means, реализованный в библиотеке scikit-learn. Данный алгоритм разбивает выборку на K кластеров таким образом, чтобы расстояние между точками (вакансиями) и центроидами своих кластеров было минимальным. После выполнения алгоритма каждая вакансия была отнесена к одному из кластеров. Для интерпретации кластеров вычислялись наиболее характерные компетенции для каждого из них. Например, для каждого кластера определялся набор навыков, которые присутствуют в максимальном числе вакансий данного кластера и реже встречаются в других кластерах (т.е. «уникальные» навыки кластера). Такой анализ проводился с помощью группировки данных в pandas: фильтруя вакансии по кластеру, подсчитывали частоту упоминания каждого навыка внутри кластера и сравнивали с общей частотой по выборке.

Для иллюстрации различий между кластерами было выполнено уменьшение размерности векторного пространства навыков до 2D с помощью метода главных компонент (PCA). Затем вакансии были нанесены на плоскость в координатах первых двух главных компонент, а точки, принадлежащие разным кластерам, отмечены разными цветами. Таким образом удалось

получить условную «карту» вакансий, где группы схожих по требованиям вакансий образуют облака точек одного цвета. Это наглядно демонстрирует наличие кластеров и пересечения между ними. Кроме того, для каждого кластера на график выводились подписи или метки с названием наиболее характерной компетенции. В результате оптимальным было признано разбиение на 5 кластеров (Рисунок 1), каждому из которых соответствует определенное направление в сфере IT.

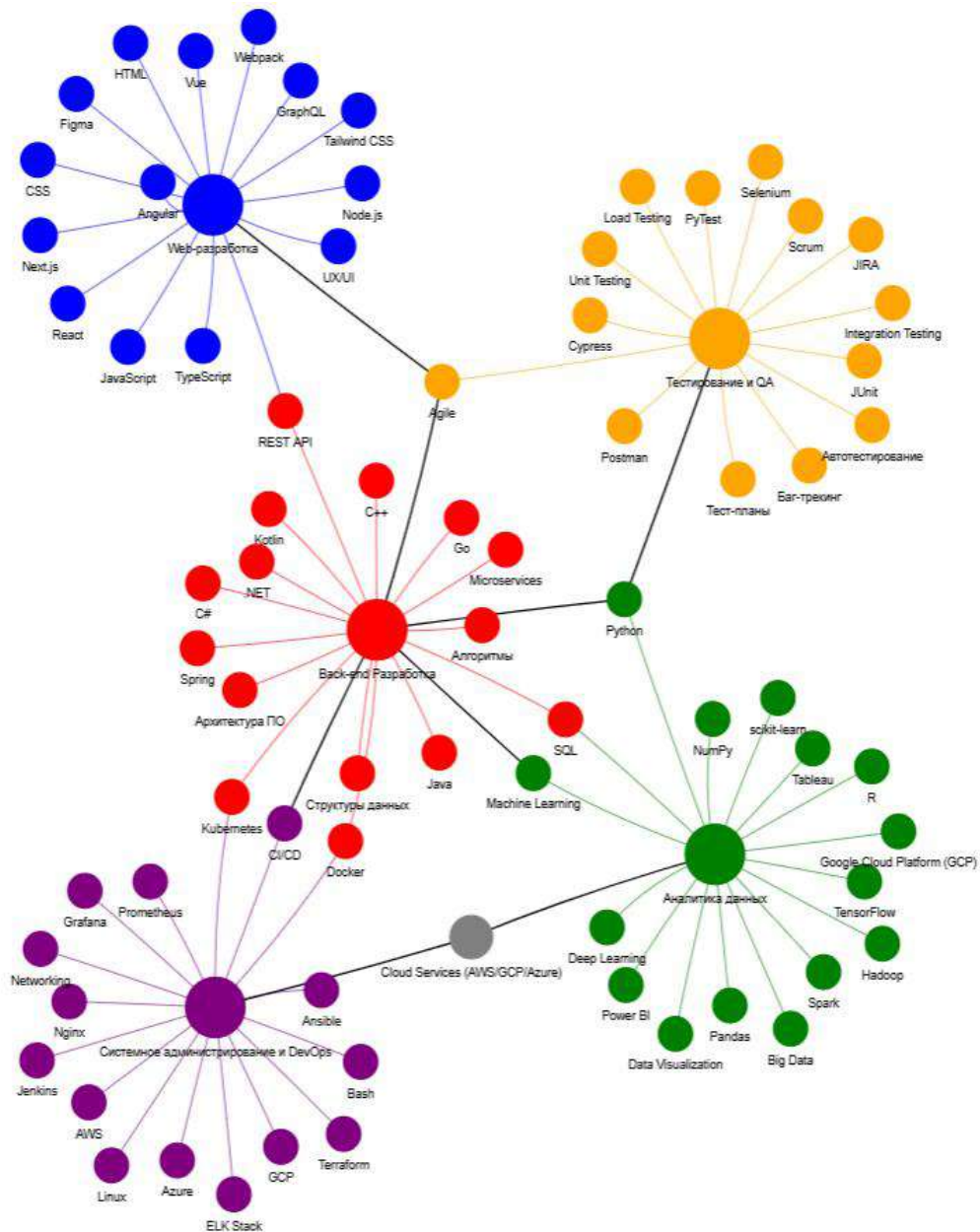


Рисунок 1 - Выделенные кластеры вакансий

Краткая характеристика выявленных кластеров компетенций:

- Кластер 1: Разработка программного обеспечения (Back-end). В данный кластер вошли вакансии, где основными требованиями являются знание языков программирования общего назначения и технологий серверной

разработки. Для этих вакансий характерно упоминание Java, C# или C++ в сочетании с навыками работы с базами данных (SQL) и фреймворками для серверной части (Spring, .NET и др.).

- Кластер 2: Web-разработка (Front-end и Full-stack). Компетенции этого кластера связаны с созданием веб-интерфейсов и полным циклом веб-приложений. Наиболее часто упоминаются HTML, CSS, JavaScript, а также современные front-end фреймворки (Angular, React, Vue). Кроме того, вакансии этого кластера могут требовать знания серверных технологий на базовом уровне (например, Node.js, если позиция Full-stack).

- Кластер 3: Аналитика данных и Data Science. Этот кластер объединяет вакансии, связанные с анализом данных, машинным обучением и работой с большими данными. Требования включают владение Python (особенно библиотеками для анализа данных: pandas, NumPy, scikit-learn, TensorFlow/PyTorch для ML), знание SQL и навыки работы с базами данных, умение строить модели машинного обучения, знание статистики.

- Кластер 4: Системное администрирование и DevOps. В этот кластер вошли вакансии, где ключевые компетенции – администрирование систем, сетей и инфраструктуры, а также практики DevOps. Требования включают хорошее знание операционных систем (особенно семейства Linux), опыт настройки серверов, сетевого оборудования, понимание протоколов. Часто упоминаются навыки работы с облачными сервисами (AWS, Azure, GCP), контейнеризацией (Docker, Kubernetes), системами автоматизации деплоя (Jenkins, Ansible).

- Кластер 5: Тестирование и качество (QA). Последний выделенный кластер характеризуется компетенциями в области обеспечения качества программного обеспечения. В вакансиях этого кластера ключевые требования – знание методологий тестирования, опыт автоматизированного тестирования (например, инструменты типа Selenium, JUnit), умение писать тест-планы, использовать баг-трекеры.

Результаты кластеризации указывают на явное структурирование компетенций IT-специалистов по ролям и направлениям деятельности. Фактически, выделенные кластеры соответствуют наиболее распространенным профессиональным профилям в индустрии информационных технологий. Это подтверждает, что работодатели при подборе персонала ориентируются на определенные «наборы» навыков, формирующие образ идеального кандидата на ту или иную должность. Интересно отметить, что самые массовые кластеры (разработка и аналитика) соответствуют тем направлениям, на которые сейчас делается упор в образовательных инициативах – программирование, анализ данных, внедрение AI.

Заключение. Проведенное исследование продемонстрировало эффективность кластеризации текстов вакансий для выявления актуальных компетенций IT-специалистов. Анализ данных позволил структурировать

разнообразные требования работодателей и выделить несколько основных профилей специалистов, востребованных на современном рынке: разработчики (back-end, front-end), аналитики данных, специалисты по инфраструктуре (DevOps/SRE) и тестировщики. Для каждого профиля определен набор ключевых навыков, которыми должен обладать кандидат. Практическая значимость работы заключается в том, что подобный анализ может быть положен в основу системы мониторинга и прогнозирования компетенций. Такая система, функционирующая на национальном уровне, смогла бы автоматически обрабатывать большие массивы данных о вакансиях и резюме, выделять новые тенденции в требованиях к специалистам. На основе ее выводов образовательные учреждения получили бы возможность своевременно корректировать учебные планы и программы: вводить новые курсы, адаптировать содержание дисциплин, укреплять связи с индустрией для стажировок и практики. Это позволит обеспечить более высокое соответствие выпускаемых кадров запросам экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глотова Е. Е. Требования работодателей к выпускникам вузов: компетентностный подход // Человек и образование. – 2014. – №4(41). – С. 185–189.
2. Lukauskas M. et al. Enhancing Skills Demand Understanding through Job Ad Segmentation Using NLP and Clustering Techniques // Applied Sciences. – 2023. – Vol. 13, No. 10. – Article 6119.
- Dai D., Ma Y., Zhao M. Analysis of Big Data Job Requirements Based on K-means Text Clustering in China // PLoS ONE. – 2021. – 16(8): e0255783

СОДЕРЖАНИЕ

Ажгужиев А.М. ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ: ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН ҚОҒАМҒА ӘСЕРІ	3
Azhguzhiyev A. ARTIFICIAL INTELLIGENCE EVOLUTION OF TECHNOLOGY AND IMPACT ON THE FUTURE	8
Азаматова Ә., Баталова М.Е. КӨРІНЕТІН ЖАРЫҚ СЫМСЫЗ ЖҮРГІЗУ ЖӘНЕ OFDM ҮЙЛЕСІМДІЛІГІН СЫНАҚ СТЕНДІ	11
Арғынбеков Д.Т., Жомартқызы Г. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ РЕТИНОПАТИИ	16
Байшуақ Д.Б., Алонцева Д.Л. АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОТСЛЕЖИВАНИЯ ПУТИ КОЛЕСНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ	21
Бородин М.И., Дмитриева М.Г., Брим Т.Ф. СОЗДАНИЕ И АДМИНИСТРИРОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ПОРТАЛА, РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОНТЕНТА ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ	26
Вайс К.Ю., Вайс Ю.А. РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ СДАЧИ НОРМАТИВОВ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ	31
Варавин Я.Е., Варавин Е.В. РАЗВИТИЕ КАЗАХСКОЯЗЫЧНЫХ ЧАТ-БОТОВ: ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРУДНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ	36
Глинский И.Н., Кумаргажанова С.К., Құмарқанова А.С., Танкибаева А.К. ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩХ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНОВАНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ КОЛЕННОГО МЕНИСКА НА МРТ ИЗОБРАЖЕНИЯХ	41
Даирбекова А.Е., Красавин А.Л., Кадыролдина А.Т., Алонцева Д.Л. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ К УПРАВЛЕНИЮ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ	46
Ерзатұлы Т. BRINGING TECHNOLOGY TO PEOPLE IN SMART BUILDINGS AND ENSURING SAFETY: VIEWS, CHALLENGES AND INNOVATIVE APPROACHES	51
Жандосұлы Н., Алибекқызы К. КӨРІНЕТІН ЖАРЫҚ БАЙЛАНЫСЫ IMAGING-MIMO μLED ЖӘНЕ КІРІКТІРІЛГЕН ҚАБЫЛДАҒЫШТЫ ҚОЛДАНАТЫН ЖҮЙЕ	57
Жарылғасова Д., Маркс I., Урдабаева Н., Құлмағамбетова Ж.Қ. АҒЫЛШЫН ТІЛІН ОҚЫТУ БАРЫСЫНДА ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІ ҚОЛДАНУДЫҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ МЕН КЕМШІЛІКТЕРІ	63
Жексенов Е.Д., Баталова М.Е., Алибекқызы К. ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ МАЛОГАБАРИТНЫЙ СИСТЕМЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ЗАРАЖЕНИЯ В МЕСТАХ УСТАНОВКИ ИМПЛАНТАНТЫ	68

Zharkynbayeva D.M., Maratkyzy S., Musatayeva A.Y. PROSPECTS AND TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES	73
Закариянова Т.М., Кадыролдина А.Т. КОНТРОЛЬ СЛЕДОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ НА ОСНОВЕ НАБЛЮДАТЕЛЯ ВОЗМУЩЕНИЙ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ	78
Касымова А.Б. ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ЖӘНЕ РОБОТОТЕХНИКАНЫҢ ЭТИКА ҚАУІПСІЗДІГІ	83
Кәкім А., Кабдылашимова Д.Ф., Ерсайнова Ж.Е. LUCAS-NULLE LABSOFT БАҒДАРЛАМАСЫ НЕГІЗІНДЕГІ АНТЕННА ТЕХНИКАСЫ	88
Котельникова А.Ю., Тойчибаев Н.Х., Тезекпаева Ш.Т. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СФЕРЕ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ: НОВЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ УГРОЗ	91
Котова Е.Е. АНАЛИЗ ПРЕСПЕКТИВ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАБОТЕ КОЛЛ-ЦЕНТРАХ	96
Кушнер Д.В., Доқанова А.Е., Мухаметрахимов Д.М., Тезекпаева Ш.Т. ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ РАЗВЛЕЧЕНИЙ: ОТ ВИРТУАЛЬНЫХ АССИСТЕНТОВ ДО ИГР	102
Қабдылсамет А., Алонцева Д.Л. СОЗДАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ПОРТАТИВНОЙ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ	108
Қалиева А.А., Крыкпаева А.А. ОТ ПЛОСКОСТИ К ПРОСТРАНСТВУ: НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА СТЕРЕОМЕТРИЮ	113
Құбайдолданов М.М., Красавин А. Л. ПОЗИЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ УГЛОМ ПОВОРОТА ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ КОЛЕСНОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА	117
Лопаткин Д., Попова Г.В., Вайс Ю.А., Рохас-Криулько Н.П., Котлярова И.А. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ С КОНТРОЛИРУЕМЫМ УРОВНЕМ КОГНИТИВНОЙ СЛОЖНОСТИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	122
Малигаждарова А.М., Даирбекова А. Е., Красавин А.Л., Алонцева Д.Л. ВВЕДЕНИЕ В ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	130
Nuryy R., Makashev S., Kalikova A. DEVELOPMENT OF SYSTEMS FOR DETECTING AND COUNTERING CYBERATTACKS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE	136
Саветқанқызы Г., Алибекқызы К. КӨРІНЕТІН ЖАРЫҚ БАЙЛАНЫСЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ҚОЗҒАЛЫС АҚПАРАТЫН ТАРАТУ ЖҮЙЕЛЕРІ	142
Саветқанова А., Мехнина К., Жаксылыков М.Б., Кунапьянова М.С., Ерсайнова Ж.Е. ИНВЕРТИРУЮЩИЙ ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ: ПРИНЦИП РАБОТЫ, РАСЧЕТ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	147

Светинский В.С., Блинаева Е.В. МЕТОДЫ ИНТЕГРАЦИИ ЛАБОРАТОРНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	151
Светинский В.С., Блинаева Е.В. ИНТЕГРАЦИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	156
Смагзанов Н.М., Григорьева С.В. ОЦЕНКА СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ В СИСТЕМЕ NLOS С ОДИНОЧНЫМ СВЕТОДИОДНЫМ ПЕРЕДАТЧИКОМ	161
Хохлова А.Е., Хасенова З.Т. КЛАСТЕРИЗАЦИЯ АКТУАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ	166

Научное издание

**«ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ – ИННОВАЦИОННОМУ
РАЗВИТИЮ КАЗАХСТАНА»**

Материалы

*XI Международной научно-технической конференции
студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых,
посвященной 80-летию профессора Кульсеитова Жениса Оразхановича
(ВКТУ, 10, 11 апреля 2025 г.)*

Часть III

Сборник издан методом прямого копирования авторских статей

Ответственный за выпуск *О.Н. Николаенко*

Редактор *С.С. Мамыраздыкова*

Подписано в печать 22.04.2025. Формат 60х84/16.

Печать ризографическая. Бумага офсетная.

Усл.печ.л. 10,11. Уч.-изд.л. 10,14.

Тираж 20. Заказ № 363-2025.

Цена договорная.

Восточно-Казахстанский технический
университет им. Д. Серикбаева
070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Протозанова, 69.