



VOL 2 (17) 2025

**JOURNAL OF
SCIENCE AND RESEARCH**



ASTANA
WWW.JSRJOURNAL.KZ

«Journal of Science and Research (JSR)»

зарегистрирован в Комитете информации
Министерства информации и общественного
развития Республики Казахстан
№ KZ41VPY00076697 от 01.09.2023 г.

Международный центр ISSN (ISSN-L): [3006-4325](https://www.issn.org/issn/3006-4325)

Издается два раза в месяц.



ВЫПУСК № 2 (17), 2025 г.

Астана, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Ағылшын тілі сабақтарында заманауи ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолдану..... <i>Ибрагим М.Қ.</i>	4
Пилотсыз көлік құралдарын басқару жүйелеріндегі ақпаратты криптографиялық қорғау әдістері..... <i>Төлеген М.А.</i>	8
Нейрондық желілерді қолдана отырып, нақты уақыттағы қол қимылдарын тану жүйесін әзірлеу..... <i>Әбу С.С., Жунисова А.Р.</i>	14
Research and development of neural network methods for classification and clustering of voice data..... <i>Tankeyev S.</i>	20
Ғимараттардың қоршау және жабын конструкцияларының дыбыс оқшаулағыш қабілетін зерттеу және оны арттыру..... <i>Кужбанова Б.Е.</i>	25

ОӘЖ 541.18***Ибрагим Мәдина Қдырбайқызы****Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Педагогикалық өлшемдер**білім беру бағдарламасы 2-курс магистранты**(Астана, Қазақстан)**Ғылыми жетекші: Карымсакова А.Е., п.ғ.к., доцент м.а.*

АҒЫЛШЫН ТІЛІ САБАҚТАРЫНДА ЗАМАНАУИ АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ

Аннотация: Мақала ағылшын тілі сабақтарында ақпараттық-коммуникациялық технологияларды (АКТ) пайдалануға арналған. Оқу үдерісінде цифрлық технологияларды қолданудың негізгі артықшылықтары қарастырылады, оның ішінде мотивацияны арттыру, оқуды даралау және оқушылардың шығармашылық қабілеттерін дамыту. Сабақтың әртүрлі кезеңдерінде АКТ-ны енгізудің практикалық мысалдары келтіріліп, оларды шет тілдерін оқытуда тиімді пайдалану бойынша ұсыныстар берілген.

Кілт сөздер: АКТ, ағылшын тілі, білім беру технологиялары, мотивация, даралау, шығармашылықпен оқыту, цифрлық құралдар.

Қоғамдық өмірдің барлық салаларындағы, соның ішінде білім берудегі заманауи өзгерістер инновациялық тәсілдерді енгізуді талап етеді. Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар (АКТ) оқытудың мазмұнына, нысандары мен әдістеріне әсер ете отырып, білім беру процесінің ажырамас бөлігіне айналды. АКТ қолдану даралау және тұлғаға бағытталған тәсіл принциптерін іске асыруға ықпал етеді. АКТ-ны кеңінен қолдану кез-келген оқушыға шет тілін өз бетінше үйренуге жаңа мүмкіндіктер ашады. Ақпараттық технологиялар, әдетте, аудио, видео, компьютер, Интернет сияқты техникалық құралдарды қолданатын технологиялар деп аталады. Ақпараттық технологияны қолдану оқытудың мазмұнына, формалары мен әдістеріне айтарлықтай әсер етеді. Сондықтан инновацияларды енгізу білім сапасын арттырудың ең тиімді құралы болып табылады [1]. Ағылшын тілі сабақтарында ақпараттық-коммуникациялық технологияларды кеңінен қолдану әр сабақтың өзгергіштігі мен жеке бағдарын (жеке білім беру траекторияларын жобалау), интерактивті іс-әрекет компоненттерін енгізе отырып, ағылшын тілі сабақтарын практикалық бағдарлауды (жобалау-зерттеу және коммуникативтік әдістерді меңгеру) қамтамасыз етуге мүмкіндік береді [2].

Қазіргі уақытта білім беру жүйесінің негізгі мақсаты мамандарды, соның ішінде ағылшын тілі мұғалімдерін даярлау болып табылатын педагогикалық парадигманың өзгеруі орын алуда: бір жағынан, ағылшын тілі мұғалімінің

кәсібімен тығыз байланысты, ал екінші жағынан, ақпараттық – коммуникациялық технологиялардың мүмкіндіктерін түсініп қана қоймай, оларды сабақтарда қолдана алатын, бейімдей алатын практикалық міндеттерді орындау, адам қызметінің әртүрлі салаларында туындайтын мамандандырылған мәселелерді шешу.

Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар (АКТ) заманауи оқу үдерісінде, оның ішінде ағылшын тілін оқытуда басты орын алады. Оларды пайдалану сабақтардың тиімділігін айтарлықтай арттыруға, студенттерді ынталандыруға және оқыту әдістерін әртараптандыруға мүмкіндік береді.

Білім беру процесіне қойылатын заманауи талаптар АКТ сияқты инновацияларды енгізу қажеттілігін талап етеді. Бұл технологиялар оқушылардың ақпараттық қоғамның талаптарына бейімделген тілдік дағдылары мен құзыреттіліктерін қалыптастыруға ықпал етеді. Зерттеушілер атап өткендей, АКТ қолдану оқу сапасын ғана емес, сонымен қатар оқушылардың оқу процесіне қатысуын арттырады [3].

Заманауи мектеп мұғалімдерді сабақта АКТ-ны тиімді пайдалану үшін барлық қажетті құралдармен қамтамасыз етеді. Кабинеттерді компьютерлермен, проекторлармен және интерактивті тақталармен жарақтандыру, сонымен қатар тұрақты интернетке қолжетімділік алуан түрлі оқу материалдарын жасауға кең мүмкіндіктер ашады. Мысалы, мен компьютерді жеке тапсырмаларды, тесттерді және презентацияларды әзірлеу үшін белсенді пайдаланамын, бұл оқудың тиімділігін айтарлықтай арттырады. АКТ-ны қолдану жаңа материалды енгізіп қана қоймай, оны бірден бекітуге мүмкіндік береді, сабақтарды қызықты және серпінді етеді. Дегенмен, компьютер мұғалімге көмектесетін, бірақ оны алмастырмайтын құрал ғана екенін есте ұстаған жөн.

АКТ қолдану оқушылар арасында танымдық іс-әрекеттің жаңа түрінің пайда болуына ықпал етеді. Бұл процестің нәтижесі пәнді терең меңгеру ғана емес, сонымен қатар оқудағы дербестік, ақпаратты тиімді іздестіру және талдау, сыни тұрғыдан ойлау сияқты маңызды дағдыларды дамыту болып табылады. АКТ құралдары оқушылардың оқу іс-әрекетін белсендіреді, интерактивті диалогтық гипермәтін арқылы оқу мотивациясын арттырады, оқу процесінде дифференциацияның жоғары дәрежесін қамтамасыз етеді және білім мен дағдыларды меңгеруге бақылауды жақсартады. Олар сонымен қатар оқу үдерісін ұйымдастыруды оңтайландырады және оның тиімділігін арттырады.

Интерактивті платформалар мен мобильді қосымшалар әр оқушының дайындық деңгейіне сәйкес жауап беретін тапсырмаларды ұсынады. Бұл

оқытуды жекелендірілген және тиімді етеді. Оқушылар өткен материалды ойын элементтері мен конкурстар арқылы бекіте алады, бұл тіл үйренуге деген қызығушылықты арттырады және оқу процесіне белсенді қатысуға ықпал етеді [4].

АКТ зерттеу дағдыларын дамытуға көмектеседі және әртүрлі анықтамалық жүйелер мен электрондық кітапханаларға қол жеткізуге мүмкіндік береді. Ақпараттың үлкен көлемімен жұмыс істей отырып, оқушылар деректерді сүзуге, қажетті дереккөздерді таңдауға және талқыланатын мәселелер бойынша өз пікірлерін қалыптастыруға үйренеді. Сонымен қатар, компьютерлік бағдарламалар дәстүрлі ауызша форматқа қарағанда оқу материалын көрнекі және қол жетімді түрде ұсынуға мүмкіндік береді. Оқушыларға жеке қарқынмен оқуға мүмкіндік беру, қиын сәттерді қайталау немесе материалдарды алдын-ала үйрену өте маңызды. Ағылшын тілін оқытудың негізгі міндеті оқушылардың коммуникативтік мәдениетін қалыптастыру және дамыту, сондай-ақ тілді практикалық меңгеруге үйрету болып табылады.

Ағылшын тілі сабақтарында АКТ енгізудің негізгі артықшылықтары:

1. Технология интерактивті білім беру ортасын жасау арқылы сабақтарды қызықты және есте қаларлық етеді [5].

2. Электрондық ресурстарды пайдалану мұғалімге оқушылардың жеке ерекшеліктерін ескеруге және тапсырмаларды олардың дайындық деңгейіне бейімдеуге мүмкіндік береді [6].

3. Мультимедиялық презентацияларды, бейнематериалдарды және онлайн ойындарды қолдану тіл үйренуге деген қызығушылықты арттырады және материалды меңгеру деңгейін арттырады [7].

4. Электрондық тесттер мен тапсырмалар оқушыларға өз жетістіктерін бақылауға және жақсарту бағыттарын анықтауға көмектеседі.

Ағылшын тілі сабақтарында АКТ-ны қолданудың практикалық аспектілері оларды әртүрлі кезеңдерде қолдануға мүмкіндік береді: жаңа материал енгізу, білімді бекіту және жобалау қызметі. Бейнелер мен интерактивті жаттығуларды қолдану оқушыларға жаңа лексикалық және грамматикалық құрылымдарды жақсы түсінуге көмектеседі. Бағдарламалық жасақтамамен жасалған тест тапсырмалары оқушылардың білімін қызықты түрде тексеруге мүмкіндік береді. Ағылшын тілінде презентациялар, бейнероликтер мен блогтар жасау сияқты жобалық іс-шаралар оқушылардың шығармашылық қабілеті мен тілдік құзыреттілігін дамытады [7].

АКТ қолдану бойынша ұсыныстар дәстүрлі және цифрлық оқыту әдістерін біріктіруді қамтиды. Компьютерлер мен интернет-ресурстар

дәстүрлі оқу материалдарын алмастырмай, толықтыруы керек. Денсаулық сақтау технологияларын ескеру маңызды: компьютерде жұмыс істеу уақытын шектеу және сергіту сәттерін пайдалану. Мұғалімдердің біліктілігін үнемі арттыру қажет: мұғалімдер жаңа технологиялармен және оларды сабақта қолдану әдістерімен таныс болуы керек [6].

Ағылшын тілі сабақтарында АКТ қолдану оқытудың жаңа мүмкіндіктерін ашады, бұл оны тиімдірек және қызықты етеді. Инновациялық тәсілдер студенттерге тілдік қана емес, сонымен қатар жалпы кәсіби дағдыларды дамытуға көмектеседі, бұл әсіресе қоғамның цифрлық трансформациясы жағдайында маңызды. Ағылшын тілі сабақтарында АКТ қолдану оқытудың тиімділігін арттыруға кең мүмкіндіктер ашады. Дегенмен, технология тек құрал екенін және мұғалім шешуші рөл атқаратынын есте ұстаған жөн. Ол оқушылардың тілдік құзыреттілігін дамыту үшін оңтайлы жағдай жасау үшін дәстүрлі және инновациялық оқыту әдістерін шебер үйлестіруі керек.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Ибраев Т.К. Теоретико–методологические аспекты социально – образовательной сферы в условиях реформирования. Астана: Проспект, 2017. 157 с.
2. Айдарова К.Б, Поливанова А.А. Социальные вопросы воспитания современной молодежи// Совре– менные аспекты науки и образования. 2019. №7.
3. Материалы международной научно-практической конференции «Инновации, знания, опыт – векторы образовательных треков», 17 февраля 2023 года. Костанай: Костанайский региональный университет имени А. Байтурсынова, 2023
4. Ibraimov H.I. Communicative competence as a mechanism for professional selfdevelopment of a future teacher // Problems of pedagogy, 2022. No. 2 (34).
5. Назарбаев Н. «Стратегия становления и развития Казахстана как суверенного государства». Егемен Казахстан, 2014
6. Исакова Ш.С. «Использование современных информационно-коммуникационных технологий на уроках русского языка». Алтысаринские чтения, 2023
7. Артемьева Е.В. «ИКТ в преподавании иностранных языков». Москва, 2020.

ОӘЖ 81.93.29**Төлеген Мирас Аянұлы**

Ақпараттық технологиялар кафедрасының магистратурасының 2 курс студенті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті (Астана, Қазақстан)

ПИЛОТСЫЗ КӨЛІК ҚҰРАЛДАРЫН БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРİNДЕГІ АҚПАРАТТЫ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ ҚОРҒАУ ӘДІСТЕРІ

***Аңдатпа:** Автономды көлік жүйелері технологияларының дамуымен және оларды пайдаланудың артуымен ақпаратты сенімді қорғауды қамтамасыз ету қажеттілігі туындайды. Пилотсыз көлік құралдары қауіпсіз навигация үшін қажет деректерді жинау үшін, сондай-ақ атқарушы құрылғылардың (мысалы, қозғалтқыштар, тежегіштер, руль және т.б.) жұмысын бақылау үшін көптеген сенсорларды, камераларды, радарларды және басқа сенсорларды пайдаланады. Бұл компоненттердің барлығы әртүрлі сымсыз және сымды байланыс арналары арқылы бір жүйеге қосылған, бұл әртүрлі шабуылдарға, соның ішінде деректерді ұрлауға, басқару командаларын бұрмалауға және жүйенің жұмысына араласуға мүмкіндік береді. Осылайша, мұндай жүйелердегі ақпаратты криптографиялық қорғау қауіпсіздікті қамтамасыз етудің маңызды элементіне айналады. Мақалада деректер мен басқару пәрмендерін қорғау үшін қандай криптографиялық әдістерді қолдануға болатындығы және оларды нақты пилотсыз көлік құралдары жүйесіне біріктіру кезінде қандай мәселелер туындауы мүмкін екендігі егжей-тегжейлі қарастырылады.*

***Түйін сөздер:** пилотсыз көлік құралдары, ақпараттық қауіпсіздік, криптографиялық қорғау, шифрлау әдістері, деректерді қорғау.*

КІРІСПЕ

Пилотсыз көлік құралдары қазіргі заманғы көлік индустриясында жылдам дамып келе жатқан технологиялардың бірі болып табылады. Олар көлік қозғалысын тиімдірек басқаруға, қауіпсіздікті арттыруға және энергия шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Алайда, мұндай жүйелердің кең таралуы ақпараттық қауіпсіздікке қатысты жаңа мәселелер туындатуда. Жүйелердің бұзылуы немесе рұқсатсыз қолжетімділік үлкен қауіп-қатерлерге әкелуі мүмкін. Сондықтан пилотсыз көліктердің басқару жүйелерінде ақпаратты қорғау үшін криптографиялық әдістерді қолдану өзекті болып табылады. Бұл мақалада автономды көлік жүйелерінің жұмыс принциптері, қауіпсіздік қатерлері және ақпаратты қорғаудың заманауи әдістері жан-жақты талқыланады.

ӘДІСНАМА

Зерттеу барысында пилотсыз көлік құралдары жүйелерінің қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі криптографиялық әдістерді талдау үшін бірнеше тәсіл қолданылды. Негізгі қолданылған әдістер:

Әдеби шолу: Қазіргі заманғы криптографиялық әдістер туралы ғылыми еңбектер мен зерттеулерді зерттеу.

Модельдеу: Криптографиялық алгоритмдерді қолдана отырып, пилотсыз көлік құралдарының жұмысын имитациялау.

Салыстырмалы талдау: Әртүрлі алгоритмдердің өнімділігін, қауіпсіздік деңгейін және ресурстар шығынын салыстыру.

Қауіпсіздік тестілеуі: Жүйеге ықтимал шабуылдардың әсерін бағалау және оларға қарсы шешімдерді әзірлеу.

Зерттеу барысында AES, RSA және ECDSA алгоритмдерінің тиімділігі мен шектеулері анықталып, олардың нақты уақыттағы жүйелерге интеграциялау мүмкіндігі зерттелді.

НӘТИЖЕЛЕР МЕН ТАЛҚЫЛАУ

Беспилоттық көлік жүйелеріндегі қатерлер. Беспилоттық көлік жүйелері (БКЖ) үшін ең қауіпті қауіпсіздік қатерлерінің бірі – деректерді ұрлау және өзгерту болып табылады. Қылмыскерлер жүйенің әртүрлі компоненттері арасында (мысалы, орталық процессор мен орындаушы құрылғылар арасындағы) берілетін деректерді ұрлап, оларды өзгерте алады. Бұл жүйенің басқаруында ақауларға немесе, ең нашар жағдайда, апаттарға әкелуі мүмкін. Бұл көлік құралының қоршаған ортаны қабылдау дәлдігіне және маңызды командаларды орындауға әсер етуі мүмкін, нәтижесінде көлік құралының қауіпсіздігіне және жол қозғалысындағы басқа қатысушыларға қауіп төнеді.

Байланыс арналарына шабуылдар. Беспилоттық көлік жүйелері ақпарат алмасу үшін негізінен сымсыз байланыс арналарын пайдаланады, мысалы, сенсорлар, орындаушы құрылғылар, басқару жүйелері мен сыртқы серверлер арасындағы байланыс. Бұл оларды бірнеше түрлі шабуылдар үшін осал етеді:

- *Деректерді ұрлау:* Ең кең таралған шабуылдардың бірі – «адам ортада» (Man-in-the-Middle, MitM) шабуылы. Қылмыскер байланыс арнасындағы осалдықтарды пайдаланып, берілетін деректерге қол жеткізіп, оларды манипуляциялауы мүмкін, бұл командалардың дұрыс жеткізілуін бұзып, жүйенің жұмысында қателіктерге әкелуі мүмкін.

- *Байланысқа кедергілер:* Радио жиіліктеріне кедергі келтіру және байланыс арналарын бұзу деректердің бұрмалануына немесе жоғалуына әкелуі мүмкін. Бұл жүйенің жұмысын бұзып, сенсорлардан алынған деректердің дұрыс интерпретацияланбауына немесе компоненттер арасындағы командалар алмасудағы ақауларға себеп болуы мүмкін.

- *Деректерді көшірмелеу:* Жалған деректерді немесе командаларды, мысалы, басқару командаларын немесе сенсорлардан алынған мәліметтерді манипуляциялау – бұл жүйеде жалған сценарийлер тудыруы мүмкін, бұл шешімдер қабылдауда қателіктерге әкеледі және, нәтижесінде, көлік құралын басқаруда маңызды қателіктерге соқтырады. Бұл сенсорлардан келетін сигналдарды бұрмалау сияқты жағдайларды қамтуы мүмкін, бұл жүйенің қоршаған ортаны қабылдауын бұзады.

Беспилоттық көлік жүйелерінің қауіпсіздігіне ең қауіпті қатерлердің бірі – көлік құралының басқару командаларын ұрлау және өзгертуге бағытталған

шабуылдар. Бұл шабуылдар көлік құралын басқару жүйесінің қалыпты жұмысын бұзуына әкелуі мүмкін. Басқару жүйесіне зиянды араласу көлік құралының басқарылмайтын қозғалысына себеп болып, маңызды салдарларға әкелуі мүмкін.

Мұндай шабуылдардың мысалы ретінде автономды басқару жүйесін басып алу жатады, мұнда қылмыскер көлік құралын кездейсоқ маршруттарға бағыттауы немесе оны қауіпті маневрлерді орындауға мәжбүрлеуі мүмкін. Мұндай араласулар аварияларға, басқа көлік құралдары мен жаяу жүргіншілердің, инфрақұрылым объектілерінің қатысуымен болатын апаттарға әкелуі мүмкін.

Жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, пилотсыз көлік құралдарының басқару жүйелеріне криптографиялық әдістерді енгізу олардың қауіпсіздігін айтарлықтай арттырады.

1. **AES алгоритмі:** AES — симметриялық шифрлау алгоритмі, ол деректерді нақты уақытта қорғау үшін кеңінен қолданылады. Бұл алгоритм әртүрлі кілт ұзындығын (128, 192 және 256 бит) қолдайды және жоғары жылдамдықты жұмыс істеу мүмкіндігіне ие, сондықтан оны БКЖ-да нақты уақыт режимінде пайдалануға тиімді деп санайды. Алайда, ресурстары шектеулі құрылғыларда, мысалы, БКЖ басқару жүйелеріндегі микроконтроллерлерде AES алгоритмінің өнімділігі төмендеуі мүмкін. Бұл жағдайда аппараттық жеделдету немесе ресурстарды үнемдейтін арнайы әдістерді қолдану қажет.

Бұл алгоритм деректерді жылдам және тиімді шифрлаумен ерекшеленді. Оның жылдамдығы нақты уақыттағы жүйелер үшін өте маңызды, әсіресе сенсорлар мен орындаушы құрылғылар арасында деректер алмасу қажет болғанда.

2. **RSA алгоритмі:** RSA — асимметриялық алгоритм, ол кілттерді қауіпсіз алмасу және цифрлық қолтаңбаларды жасау үшін қолданылады. Симметриялық алгоритмдерден айырмашылығы, RSA алгоритмі екі кілтті қолданады — біріншісі ашық, екіншісі жабық. Бұл алгоритм деректердің аутентификациясы және кілттерді алмасу үшін тиімді болып табылады.

RSA кілт алмасу үшін өте қолайлы, бірақ оның өнімділігі ресурстар шектеулі құрылғыларда төмен болуы мүмкін. Сондықтан оны көбінесе AES-пен бірге гибриді тәсілде қолдану ұсынылады.

3. **ECDSA алгоритмі:** ECDSA — эллиптикалық қисықтарды қолданатын цифрлық қолтаңба алгоритмі, ол қысқа және тиімді қолтаңбаларды жасауға мүмкіндік береді. Бұл алгоритм ресурстары шектеулі құрылғылар үшін өте пайдалы, өйткені ол RSA-ға қарағанда аз ресурстарды қажет етеді. БКЖ жағдайында бұл тиімді, себебі ол қауіпсіздік пен өнімділікті теңдестіруге мүмкіндік береді.

Бұл алгоритм цифрлық қолтаңба үшін ең тиімді болып табылады. Оның қысқа кілттері және жоғары қауіпсіздік деңгейі ресурстарды үнемдеуге мүмкіндік береді.

Қауіп-қатерлерді талқылау: Зерттеу барысында пилотсыз көлік құралдарына тән қауіп-қатерлер анықталды, соның ішінде деректерді бұрмалау, байланыс арналарына шабуыл жасау және рұқсатсыз қолжетімділік мәселелері.

Кесте 1. Алгоритмдерді салыстыру

Әдіс	Қолдану жылдамдығы	Қауіпсіздік деңгейі	Ресурстар шығыны
AES	Жоғары	Орташа	Төмен
RSA	Орташа	Жоғары	Жоғары
ECDSA	Орташа	Өте жоғары	Орташа

Беспилотты көлік жүйелерінің аппараттық жүйелерінде криптографиялық қорғауды интеграциялау. Беспилотты көлік жүйелерінің (БКЖ) аппараттық жүйелерінде криптографиялық қорғауды интеграциялау жүйелердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету мен деректердің құпиялығын сақтау үшін маңызды болып табылады. Қазіргі БКЖ жүйелерінде криптографиялық қорғау деректердің бүтіндігін, аутентификациясын және рұқсатсыз қол жеткізуден қорғауды қамтамасыз етеді, бұл жүйенің қауіпсіз жұмыс істеуі үшін шешуші маңызға ие. Аппараттық жүйелерде криптографиялық қорғауды тиімді жүзеге асыру үшін кіріктірілген құрылғыларға тән есептеу ресурстарының шектеулері ескерілуі қажет. Бір перспективалы тәсіл — криптографиялық алгоритмдерді аппараттық деңгейде қолдайтын процессорларды қолдану, мысалы, ARM архитектурасындағы TrustZone сияқты кеңейтілулер, бұл орталық процессорға түсетін жүктемені төмендетуге және криптографиялық операцияларды жылдамдатуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, криптографиялық чиптерді, мысалы, аппараттық қауіпсіздік модульдерін (HSM) немесе сенімді платформалар модульдерін (TPM) қолдану, оларды кілттерді қорғау және криптографиялық операцияларды жүзеге асыру үшін пайдалануға болады. Бұл құрылғылар физикалық шабуылдар мен рұқсатсыз қол жеткізуден қорғай отырып, жүйенің қауіпсіздігін арттырады.

Интеграция кезінде кездесетін мәселелер мен шешімдер. Криптографиялық қорғауды аппараттық жүйелерге интеграциялаудағы негізгі қиындықтар — есептеу ресурстарының шектеулілігі және криптографиялық операцияларды нақты уақыт режимінде орындау қажеттілігі. Бұл мәселелерді шешу үшін криптографиялық алгоритмдерді оңтайландыру бойынша жұмыс жүргізілуде, бұл құрылғыларға түсетін жүктемені төмендетуге және криптографиялық операциялардың кешігуін азайтуға мүмкіндік береді. Криптографиялық операцияларды жүзеге асыратын аппараттық жеделдеткіштерді қолдану, мысалы, AES және RSA сияқты алгоритмдерді жылдам орындау, жүйенің өнімділігін айтарлықтай арттырып, оның қауіпсіздігін төмендетпей сақтайды. Бұл жеделдеткіштер нақты уақыт

режимінде операцияларды орындауды қамтамасыз етеді, бұл әсіресе кешігу үлкен салдарға әкелуі мүмкін БКЖ жүйелері үшін өте маңызды.

Криптографиялық қорғаудың тиімді интеграциясы ретінде криптографиялық чиптерді, мысалы, TPM-ді, кілттерді сақтау және басқару, сондай-ақ жүйе компоненттерін аутентификациялау үшін қолдануды келтіруге болады. Орталық процессор мен орындаушы құрылғылар арасындағы командалар алмасу кезінде AES алгоритмдерімен деректер шифрланады, ал кілттер криптографиялық чипте қауіпсіз сақталады. Бұл жүйені деректердің немесе командалардың өзгеруінен қорғап, жіберілетін ақпараттың бүтіндігін және шынайылығын қамтамасыз етеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Мақалада біз беспилотты көлік жүйелеріндегі деректердің криптографиялық қорғауы күрделі және жоғары технологиялық жүйелердің жалпы қауіпсіздігін қамтамасыз етудің маңызды және ажырамас бөлігі болып табылатының қарастырдық. Беспилотты көлік құралдары көптеген сыртқы және ішкі дереккөздерімен өзара әрекеттесетінін ескере отырып, ақпаратты рұқсатсыз қол жеткізуден, өзгертілуден және ағып кетуден қорғау критикалық маңызды болады. Криптографиялық әдістерді таңдау көптеген факторларға, оның ішінде өнімділікке және қауіпсіздікке қатысты талаптарға, сондай-ақ БКЖ-дің ерекше пайдалану шарттарына, мысалы, есептеу ресурстарының шектеулері мен нақты уақытта жұмыс істеу үшін талап етілетін кідірістерге байланысты болады.

Криптографиялық қорғауды БКЖ-дің аппараттық құрамдас бөліктеріне, мысалы, криптографиялық кілттерді сақтау және өңдеу үшін мамандандырылған чиптерді енгізу, сондай-ақ шифрлауға арналған аппараттық жеделдеткіштерді интеграциялау жүйенің түрлі қауіптерге төзімділігін айтарлықтай арттырады. AES, RSA және ECDSA сияқты криптографиялық алгоритмдерді аппараттық ресурстар мен деректерді беру жылдамдығына шектеулерді ескере отырып оңтайландыру да қауіпсіздікті қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Криптографиялық кілттерді тиімді басқару, соның ішінде олардың генерациясы, таратуы және жүйелі түрде жаңартылуы, кілттерді бұзу немесе ашу арқылы жүзеге асырылатын шабуылдардан қорғаудың маңызды аспектісі болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Stallings W. *Cryptography and Network Security. Principles and Practice.* – Pearson Education, 2021.
2. Rivest R., Shamir A., Adleman L. *A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems* // *Communications of the ACM.* – 1978.
3. Menezes A., Vanstone S., Oorschot P. *Handbook of Applied Cryptography.* – CRC Press, 1996.
4. National Institute of Standards and Technology. *Post-Quantum Cryptography Standardization.* – 2021.

5. Quantum-Safe Security Whitepaper. European Telecommunications Standards Institute. – 2020.

ЭОЖ 004.852

Әбу Санжар Саламатұлы

*М.Мәметова атындағы Қызылорда педагогикалық жоғары колледжінің
«Ақпараттық қауіпсіздік жүйелері» мамандығының 4 курс студенті
(Қызылорда қаласы, Қазақстан Республикасы)*

Ғылыми жетекші: Жунисова Асель Рустемовна

*М.Мәметова атындағы Қызылорда педагогикалық жоғары колледжінің арнайы
пән оқытушысы, техника ғылымдарының магистрі
(Қызылорда қаласы, Қазақстан Республикасы)*

НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, НАҚТЫ УАҚЫТТАҒЫ ҚОЛ ҚИМЫЛДАРЫН ТАНУ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ

Аннотация: Қол қимылдарын тану – адам мен компьютер арасындағы табиғи өзара әрекеттесуді қамтамасыз ететін маңызды технология. Бұл мақалада нақты уақыттағы қол қимылдарын тану жүйесін әзірлеу үшін нейрондық желілерді пайдалану әдістемесі ұсынылады. Зерттеу барысында деректерді жинау, өңдеу, модель құру және оны нақты уақыттағы қолдануға бейімдеу қадамдары қарастырылады. Жүйе әртүрлі қимылдарды жоғары дәлдікпен тануға қабілетті және оны әртүрлі салаларда, соның ішінде виртуалды шындық, робототехника және медициналық диагностикада қолдануға болады.

Кілт сөздер: қимылдарды тану, компьютерлік көру, нейрондық желілер, CNN, RNN, Python, TensorFlow

Қол қимылдарын тану жүйелері адам мен машина арасындағы интерактивті интерфейсті жетілдіруге бағытталған. Дәстүрлі әдістер қимылдарды тануда шектеулі дәлдікке ие болса, нейрондық желілердің пайда болуы бұл процесті автоматтандырып, тиімділікті арттыруға мүмкіндік берді.

Қимылдарды тану адамның табиғи және достық семантикалық көрінісіне байланысты машинамен өзара әрекеттесуінде маңызды рөл атқарады. Бұл технологияны пайдалану үшін машиналар пайдаланушыларға ыңғайлы және машиналармен өзара әрекеттесуге дайын болу үшін оларды тез және дәл анықтауы керек. Қимылдарды тану олардың әртүрлілігіне, пішіндерінің ұқсастығына және қолдану сценарийлерінің күрделілігіне байланысты қиын болып қала береді.

Қимылдарды тану технологиясы камера арқылы ақылды құрылғымен бейне байланыс аясында нақты уақыт режимінде жұмыс істейді. Жүйе қозғалатын алақанды көруі үшін ол құрылғыдан белгілі бір қашықтықта болуы керек. Сонымен, алгоритм кескіннен талдауды қажет етпейтін нысандарды алып тастайды [1].

Саусақтар мен алақандарды тану үшін машина үш өлшемді проекцияда бірнеше нүктелерді зерттеуі керек. Ол әрқайсысының тереңдігін, биіктігін және ұзындығын бағалайды, олардың орналасуын салыстырады. Нүктелер бойынша әр саусақтың позициясы анықталады, олардың векторлық көрінісі

калыптасады. Алынған мәліметтер негізінде нейрондық желі анықталған заңдылықтарды жіктейді, байқалған қимылды әртүрлі қимылдардың ішкі көріністерімен салыстырады және қорытынды жасайды.

Егер ақпаратты өңдеу және талдау тікелей камерада орын алса, оны смарт камера деп атайды. Кәдімгі камера сигналды компьютерге жібереді, онда есептеу әрекеттері орын алады.

Шешімнің жұмыс кезеңдері:

– Жүйе суретті камера арқылы көреді, оны оқиды және сандық матрицалық кескін алады.

– Компьютер алынған ақпаратты өңдей бастайды, яғни талдауға қажетті деректерді алуға мүмкіндік беретін әртүрлі есептеу процестері басталады.

– Нейрондық желілер талдауға кіріседі. Өңдеуге арналған нысанды және таңдалған талдау принципіне байланысты модель пикселдерді, контурларды бөледі, негізгі нүктелерді анықтайды, нысандарды шаблондармен салыстырады. Осыдан кейін модель алынған деректерді жіктейді және сегменттейді.

Кескіндерді өңдеу мен талдаудың қолданыстағы принциптері:

– Сегменттеу - компьютер кескінді пикселдер торы ретінде көреді, олардың әрқайсысы әртүрлі реңктерге ие. Талдау кезінде алгоритм оларды объектілерді, шекараларды, сызықтарды бөлектеу үшін бөледі. Әр пиксель белгілі бір санатқа жататын өз белгісін алады.

– Контурлық талдау - нейрондық желі графикалық объектілерді олардың контурлары бойынша таниды. Әдіс берілген пішіндегі нысандарды іздеуге жарамды, бірақ мазмұнды талдауға мүмкіндік бермейді — тереңдігі, түсі және басқа параметрлер туралы түсінік беретін ішкі нүктелер.

– Template matching-берілген үлгіге сәйкес келетін бөлімдерді суреттен іздеу принципі.

– Feature Detection and Matching-кескіннің абстракциясын құру және оны жалпы белгілерді анықтау үшін негізгі нүктелер бойынша түпнұсқамен салыстыру тұжырымдамасы [2].

Деректерді жинау

– Құрылғылар: RGB камералары, тереңдік камералары (мысалы, Kinect), немесе Leap Motion.

– Деректер жиынтығы: Қолдың әртүрлі қимылдарын қамтитын бейне және суреттер.

Деректерді алдын ала өңдеу және модельді өңдеу

– Кадрларды кесу және қимылдардың айқындылығын арттыру.

– Қолдың негізгі ерекшеліктерін бөліп алу үшін шектерді анықтау және сегментация әдістерін қолдану.

– Модель архитектурасы: Convolutional Neural Networks (CNN) немесе Recurrent Neural Networks (RNN).

– Алгоритмдер: CNN, RNN және комбинацияланған модель (3D-CNN немесе LSTM-CNN).

Тәжірибелік мысал. Нейрондық желілерді қолдана отырып, нақты уақыттағы қол қимылдарын тану жүйесін әзірлеуде Leap Motion сенсоры қолданылады. Ол қолдың қозғалысын 3D форматта нақты уақыт режимінде тіркейді.

Жүйе 5 қимылды тануға бағытталған:

1. Жұдырықты түю
2. Қолды ашу
3. Бейбітшілік белгісі (V белгісі)
4. Бас бармақты жоғары көтеру
5. Саусақпен шеңбер сызу

Әр қимыл үшін 1000 кадрдан тұратын 10 секундтық бейнелер жинақталды. Бейнелерді 30 FPS форматында бөліп, әр кадрды 224x224 пиксельге дейін масштабтау. Қолдың шекарасын анықтау үшін OpenCV кітапханасы қолданылады.

Модельдің архитектурасы бойынша CNN-LSTM моделі жүзеге асырылды:

– CNN: Қолдың бейнелерін талдау үшін қолданылады. Ол қимылдың ерекшеліктерін (мысалы, саусақтардың орналасуы) бөліп алады.

– LSTM: Қимылдардың уақыттық реттілігін анықтау үшін қолданылады.

Модель сипаттамасы:

– CNN қабаттары: 3 қабат (Conv2D → ReLU → MaxPooling).

– LSTM: 128 жасырын нейрон.

– Шығу қабаты: Softmax функциясы арқылы 5 қимылдың біреуін таниды.

Код мысалы (Python, TensorFlow):

```
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Conv2D, MaxPooling2D, Flatten,
LSTM, Dense, TimeDistributed
model = Sequential([
    TimeDistributed(Conv2D(32, (3, 3), activation='relu'), input_shape=(30,
224, 224, 3)),
    TimeDistributed(MaxPooling2D((2, 2))),
    TimeDistributed(Flatten()),
    LSTM(128, return_sequences=False),
    Dense(5, activation='softmax')
])
model.compile(optimizer='adam', loss='categorical_crossentropy',
metrics=['accuracy'])
model.summary()
```

Жүйенің жұмысы:

– Камера нақты уақыт режимінде қолдың қимылдарын түсіреді.

– Модель әрбір 0.5 секунд сайын қимылды таниды және нәтижені экранда көрсетеді.

Мысал коды:

```
import cv2
import numpy as np
from tensorflow.keras.models import load_model
model = load_model('hand_gesture_model.h5')
cap = cv2.VideoCapture(0) # Камераны қосу
while True:
    ret, frame = cap.read()
    if not ret:
        break
    # Кадрды өңдеу
    resized_frame = cv2.resize(frame, (224, 224))
    normalized_frame = resized_frame / 255.0
    input_frame = np.expand_dims(normalized_frame, axis=0)
    # Қимылды тану
    prediction = model.predict(input_frame)
    gesture = np.argmax(prediction)
    # Нәтижені көрсету
    gestures = ['Жұдырықты түю', 'Қолды ашу', 'V белгісі', 'Бас бармақ',
'Sheңбер']
    cv2.putText(frame, gestures[gesture], (10, 50),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)
    cv2.imshow('Hand Gesture Recognition', frame)
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break
cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

Қорытынды нәтиже:

– Қолды камера алдында қозғалтып, қимылдарды тану нәтижесін нақты уақыт режимінде көруге болады.

– Жүйе "V белгісін" дұрыс таниды және экранда "V белгісі" деп көрсетеді [3].

Нақты уақыттағы қол қимылдарын тану жүйесін әзірлеу кезінде нейрондық желілерді қолдануда бірқатар негізгі проблемалар туындайды. Бұл қиындықтар технологиялық, алгоритмдік және қолдану ерекшеліктеріне байланысты.

Деректерді жинау және өңдеу:

– Сапалы деректер жиынтығының жетіспеушілігі: Қимылдарды тану үшін үлкен және әртүрлі деректер жиынтығы қажет. Әртүрлі жарықтандыру, фон, және камера бұрыштары жүйенің тиімділігін төмендетуі мүмкін.

– Шынайы деректерді жинау қиындығы: Әртүрлі қимылдарды әртүрлі адамдардан жинау уақытты талап етеді.

– Шуылы деректер: Камералар немесе сенсорлар қате түсірген деректер жүйенің дәлдігін төмендетуі мүмкін.

Жарықтандыру мен фон мәселелері:

– Жарықтың өзгеруі: Жүйе әртүрлі жарық жағдайларында, мысалы, күндізгі және түнгі уақытта, тұрақты жұмыс істеуі қажет.

– Фонның күрделілігі: Адамның қолы әртүрлі фондарда (мысалы, көп түсті немесе динамикалық фон) анық көрінбеуі мүмкін.

Есептеу ресурстарының қажеттілігі:

– Жоғары есептеу қуаты: Нақты уақыт режимінде бейнелерді өңдеу үлкен есептеу ресурстарын талап етеді. Бұл әсіресе төмен қуатты құрылғыларда (мысалы, ұялы телефондарда) қиындық туғызады.

– Кешігу мәселесі: Қимылды тану үшін модельдің жылдам жұмыс істеуі маңызды. Баяу жүйелер қолданушының тәжірибесін нашарлатады [4].

Қолдың әртүрлілігі мен қимылдардың күрделілігі:

– Адамдар арасындағы айырмашылықтар: Әр адамның қолының өлшемі, пішіні және қозғалыс стилі әртүрлі. Бұл модельдің әмбебаптығын шектейді.

– Күрделі қимылдар: Қарапайым қимылдарды тану оңай болса да, күрделі және динамикалық қимылдарды тану қиын.

Модельді оқытудағы қиындықтар:

– Артық үйрену (overfitting): Модель оқыту деректеріне тым бейімделіп, жаңа деректерде дұрыс жұмыс істемеуі мүмкін.

– Дұрыс гиперпараметрлерді таңдау: Нейрондық желілердің тиімділігі гиперпараметрлерге (мысалы, қабаттар саны, нейрондар саны) байланысты. Бұл параметрлерді оңтайлы таңдау қиын.

Шынайы уақыттағы интеграция:

– Аппараттық шектеулер: Камералар мен сенсорлардың жылдамдығы мен дәлдігі жүйенің тиімділігіне әсер етеді.

– Жүйені интеграциялау: Жүйені нақты құрылғылармен (мысалы, робототехника немесе ойын құрылғылары) біріктіру күрделі болуы мүмкін.

Жүйенің тұрақтылығы мен бейімделгіштігі:

– Жаңа қимылдарды қосу: Жүйеге жаңа қимылдарды үйрету қиындық тудырады. Бұл үшін модельді қайта оқыту қажет болуы мүмкін.

– Таңбалау мәселесі: Қимылдарды дұрыс таңбалау уақытты талап етеді және қателіктерге әкелуі мүмкін.

Этикалық және құпиялылық мәселелері:

– Құпиялылық: Қол қимылдарын тану жүйелері камераларды қолданатындықтан, жеке мәліметтерді қорғау мәселесі туындайды.

– Этикалық сұрақтар: Жүйені заңсыз немесе зиянды мақсаттарда қолдану қаупі бар [5].

Бұл проблемаларды шешу үшін келесі әдістер ұсынылады:

– Жарықтандыру мен фонға тұрақты деректер жиынтығын жасау.

– Қолдану құрылғысына сәйкес оңтайландырылған модельдерді әзірлеу.

– Transfer Learning және Data Augmentation әдістерін қолдану.

- Этикалық нормалар мен құпиялылықты қорғау стандарттарын сақтау.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks.
2. Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long Short-Term Memory.
3. Molchanov, P., Gupta, S., Kim, K., & Kautz, J. (2015). Hand Gesture Recognition with 3D Convolutional Neural Networks.
4. Satybaldina D., Kalymova G., Glazyrina N. Application Development for Hand Gestures Recognition with Using the Depth Camera // DB&IS 2020: Databases and Information Systems – Tallinn, Estonia, 2020. P.55-67
5. Кучер М.Ю., Белов Ю.С. Распознавание жестов рук в реальном времени с использованием сегментации // Научное обозрение. Технические науки. – 2022. – № 1. – С. 50-54;

UDC 004.81

Samat Tankeyev
Masters Student
Astana IT university
(Astana, Kazakhstan)

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF NEURAL NETWORK METHODS FOR CLASSIFICATION AND CLUSTERING OF VOICE DATA

Annotation: *This article investigates the classification and clustering of voice data using neural networks, specifically Convolutional Neural Networks (CNNs). The method applied here transforms the audio signal into a visual representation like a waveform and Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) spectrogram. Relying on the Librosa library for extracting features, this study leaps forward to show how CNNs can improve accuracy and generalization in voice recognition tasks.*

Keywords: *neural networks, CNN, voice data*

Introduction

This research is profoundly pertinent in the modern technological environments. Advanced techniques are fast becoming a requirement with the advancements of artificial intelligence and machine learning. These need to be able to handle and interpret complicated data types such as voice data. Engaging in majorly impactful domains such as voice recognition technology, data-informed insights for decision-making strategies, applications in security and surveillance, customizations, and user adaptation. The results of neural network techniques to classify and cluster voice data improve the accuracy and efficiency of voice recognition systems in a range of industries from telecommunication, healthcare, and automotive. It also allows valuable insights to be pulled out by enterprises and healthcare practitioners. In addition, these advancements help radically within realms of security and surveillance with its use in catching anomalies and spotting individuals. Furthermore, personalized user experiences can be facilitated in entertainment, education, and various other fields by leveraging voice data analysis. Hence, this research promises to contribute significantly to technological advancement, user experience enhancement, and innovation across diverse applications.

This research aims to facilitate the development and implementation of neural network methods that are specifically tailored for the task of voice data categorization and clustering. By focusing on this objective, the research endeavors to advance the accuracy, efficiency, and responsiveness of voice recognition applications across different applications. The goals of the research set forth to derive meaningful insights from voice data to improve decision-making processes, further security, and surveillance efforts, and provide personal experiences for users. Ultimately, the key goal lies in the acceleration of technological advancement and innovation and improved user results in areas where voice data analysis is crucial.

Literature review

Voice data classification and clustering are crucial parts of several applications, such as speaker identification, emotion evaluation, and medical diagnosis. An in-depth analysis begins by extracting relevant features from the audio signals, that includes Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCCs), spectral characteristics like centroid and bandwidth, and the Zero Crossing Rate (ZCR). All these methodologies are well considered by Yadav et al. [1], where he focuses on their application in speech recognition systems. A variety of machine learning models have been used for classification and clustering of voice data. Support Vector Machines (SVMs) are effective in high dimensional spaces and are being used for tasks like voice disorder detection [2]. Gaussian Mixture Models (GMMs) are used to model subpopulations of a population and have been used in speaker recognition systems. Deep Neural Networks (DNNs), including Convolutional Neural Networks (CNNs) and Recurrent Neural Networks (RNNs), have shown promise in capturing complex patterns in voice data to enhance classification accuracy [3]. In the area of voice disorder detection, machine learning approaches have been used to recognize disorders by analyzing vocal features. Gupta et al. [2] talk about the application of ML algorithms for the detection of voice disorders, highlighting their potential in helping clinicians during diagnosis and treatment assessment. Coelho and Shashirekha [4] compare various ML algorithms trained with spectral features for the classification of voice samples into healthy and pathological, pointing to the great performance of the Random Forest and XGBoost algorithms. Work has been done on these challenges, such as coping with small datasets by using data augmentation techniques to improve model performance. Abayomi-Alli et al. [3] give a detailed analysis of data augmentation techniques and approaches of deep learning for sound classification, discussing ways to increase data availability for training classifiers. Clustering algorithms are at the heart of applications like speaker diarization, the process of partitioning an audio stream into homogeneous segments according to speaker identity. This technique combines speaker segmentation and clustering to determine "who spoke when" in order to enhance the readability of automatic speech transcription [5]. Lastly, the area of voice data classification and clustering is very wide and has quite a number of methodologies and applications. The state-of-the-art feature extraction techniques, machine learning algorithms, and data augmentation practices continue to enhance the precision and effectiveness of voice data analysis.

Methodology

The technique used in the present study includes converting the audio information into visual forms that can be classified using Convolutional Neural Networks (CNNs). For this, the Librosa library was used—a high-powered tool for the analysis of audio and music within the Python programming language. This library was used to extract features from audio files and represent them visually. The process began with pre-processing of the audio, where the raw audio files were imported and normalized to ensure consistent amplitude scaling. This was followed by feature extraction phases for capturing both the temporal and spectral characteristics of the audio.

First, the waveform transformations were created, allowing for a direct representation of the amplitude of the audio signal as a function of time. This clearly highlights the periods of silence, changes in intensity, and the presence of transient peaks in the signal. However, what waveforms do very well—providing crucial temporal information—is, in fact, seriously lacking in spectral information necessary to distinguish between small variations within voice data.

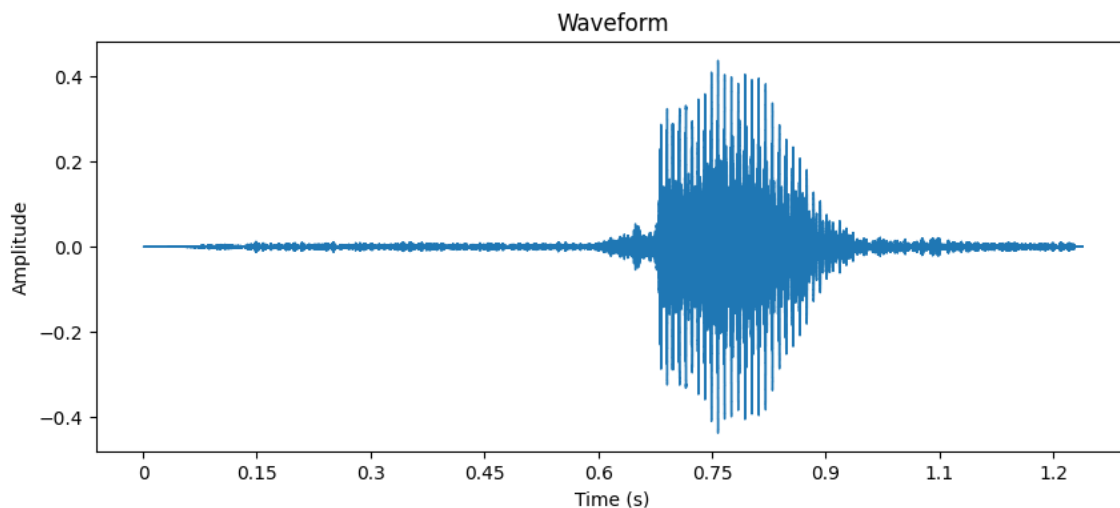


Figure 1. Example of waveform of audio data

To obtain a more complete spectral description, the Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCCs) were extracted using the Librosa library. MFCCs are widely used in audio processing because of their ability to capture the timbral characteristics of sound, which are very important in voice recognition tasks. The calculation of the MFCCs included mapping the frequency components of the audio signal to the Mel scale, which emulates the human auditory system's response to different frequencies. This resulted in the MFCC data being visualized as a spectrogram, a 2D image showing how the spectral content varies over time.

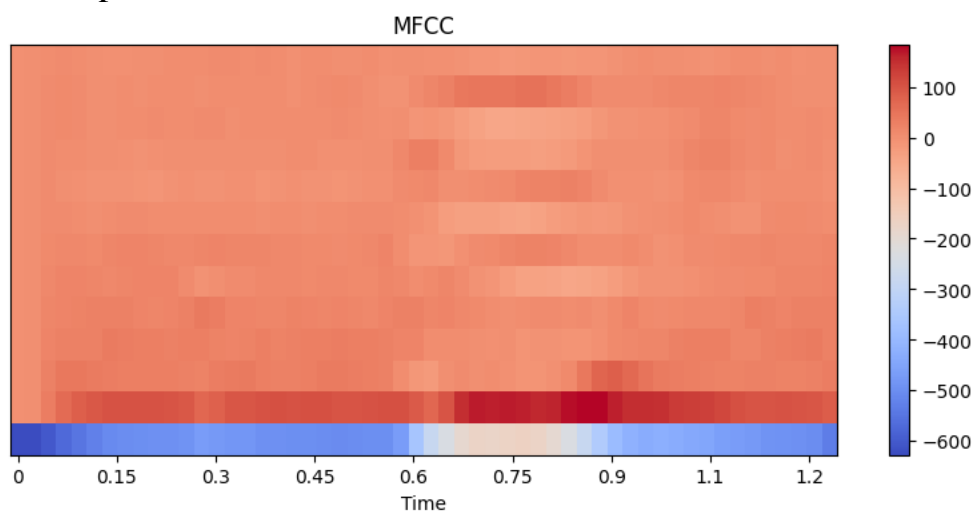


Figure 2. Example of Mel-Frequency Cepstral Coefficients of audio data

These spectrograms, now in image format, are fed as input to the CNN model. Training the CNN on such images enables the model to learn pattern recognition along the spectral and temporal domains and, hence, classify and cluster voice data

based on learned features. The fusion of waveform and MFCC spectrograms provided a complementary view of the audio signals and enhanced the model's capability in extracting discriminative features from the voice data. It then leverages the strengths in Librosa for feature extraction and visualization to allow for robust performance of CNNs on classification tasks using the voice data.

Results

Application of CNNs to the analysis of MFCC spectrograms and audio waveforms resulted in promising attempts at voice data classification and clustering. By transforming the audio signals into visual forms, the CNN model has been able to correctly identify and learn distinct patterns that represent the different vocal characteristics, which include pitch, tone, and frequency fluctuations. When MFCC spectrograms were used as input to the CNN, there was a significant improvement in the accuracy of the model. The MFCC representations contained the needed spectral information, allowing the CNN to capture better the timbral aspects of the voice data. On being fed with the MFCC spectrograms, the CNN scored an accuracy rate of about 70%, proving the vital role that spectral features play in any voice classification task. Moreover, the model demonstrated enhanced generalization capabilities when applied to novel samples, suggesting that it was acquiring the fundamental attributes of the voice data instead of becoming overly fitted to particular instances. Similarly, the clustering analysis benefited from the inclusion of MFCCs. Looking into the clusters formed in the CNN's feature space, it was clear that samples having similar vocal characteristics were very close to each other. This clustering shows insights into underlie groupings within a dataset that could potentially be useful for applications such as speaker identification or emotion detection. These findings demonstrate in all respects that the transformation of audio data into visual representations is a proper way for CNN-based classification and clustering. A combination of waveform and MFCC spectrograms, where the largest improvements in accuracy came from MFCCs, showed an efficient way of doing so. To sum up, this research shows the potential of deep learning and audio processing techniques in obtaining reliable and interpretable classification results in voice data applications.

List of References

1. Yadav S., Kumar A., Yaduvanshi A., Meena P. A Review of Feature Extraction and Classification Techniques in Speech Recognition // SN Computer Science. – 2023. – Vol. 4. – P. 777. [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.1007/s42979-023-02158-5>
2. Gupta R., Gunjawate D. R., Nguyen D. D., Jin C., Madill C. Voice disorder recognition using machine learning: a scoping review protocol // BMJ Open. – 2024. – Vol. 14, No. 2. – P. e076998. [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-076998>
3. Abayomi-Alli A., Damaševičius R., Qazi A., Adedoyin-Olowe M., Misra S. Data Augmentation and Deep Learning Methods in Sound Classification: A

Systematic Review // Electronics. – 2022. – Vol. 11, No. 22. – P. 3795. [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.3390/electronics11223795>

4. Coelho S., Shashirekha H. L. Identification of Voice Disorders: A Comparative Study of Machine Learning Algorithms // In Speech and Computer. – Springer, 2023. – Pp. 565–578. [Electronic resource]. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-48309-7_45

5. Bergsma B., Brzezinska M., Yazyev O. V., Cernak M. Cluster-based pruning techniques for audio data // arXiv preprint. – 2023. – arXiv:2309.11922. [Electronic resource]. URL: <https://arxiv.org/abs/2309.11922> .

ОӘЖ 69.07

Кужбанова Баянсұлу Есенғалиқызы
bayanslu1511@gmail.com

Л.Н. Гумилева атындағы ЕҰУ
Құрылыс факультетінің 2 курс магистранті
Астана қ., Қазақстан
Ғылыми жетекші – А.Е.Елеусинова

ҒИМАРАТТАРДЫҢ ҚОРШАУ ЖӘНЕ ЖАБЫН КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНЫҢ ДЫБЫС ОҚШАУЛАҒЫШ ҚАБІЛЕТІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ОНЫ АРТТЫРУ

Аңдатпа. Заманауи қоғам адамдардың өмір сүру сапасына және қоршаған ортаға теріс әсер ететін шу проблемасына тап болып отыр. Қоршаулар мен құрылыс жабындарының дыбыс оқшаулау қабілетін зерттеу және жетілдіру тұрғын үйдің жайлылығы мен қауіпсіздігін арттырудың маңызды бағыты болып табылады. Бұл мақалада заманауи ғимараттардағы дыбыс оқшаулауының негізгі проблемалары, осы саладағы зерттеу әдістері, сондай-ақ қоршаулар мен құрылыс жабындарының дыбыс оқшаулауын арттырудың жаңа тәсілдері қарастырылады. Дыбыс оқшаулауды жақсартуға көмектесетін заманауи технологиялар мен материалдар, сондай-ақ тиімді шешімдерді таңдау және қолдану бойынша практикалық ұсыныстар талқыланады. Қорытындылай келе, зерттеу нәтижелері қорытындыланып, даму перспективалары және осы бағыттағы зерттеулердің алдағы бағыттары талқыланады.

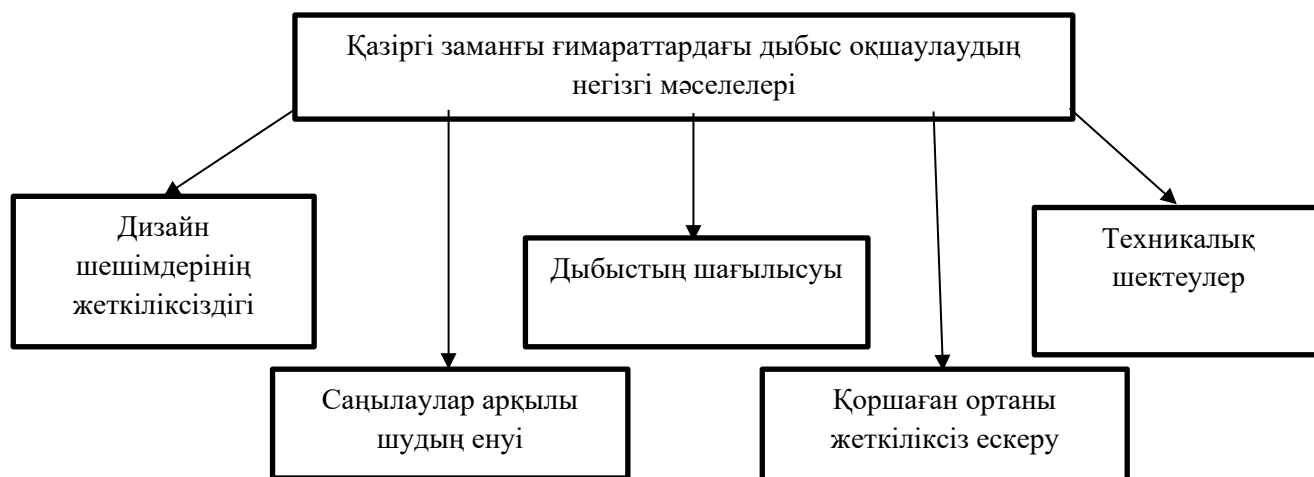
Кілттік сөздер: дыбыс оқшаулау, қоршаулар, ғимарат жабындары, шудан қорғау, материалдар.

Кіріспе. Заманауи мегаполисте шу адамдардың психоэмоционалдық жағдайына және олардың денсаулығына айтарлықтай әсер ететін өмірдің ажырамас бөлігіне айналды. Қалалық кеңістіктердің кеңеюі және инфрақұрылым объектілерінің ұлғаюы шу деңгейінің жоғарылауына әкеледі, бұл тиімді дыбыс оқшаулау шараларын әзірлеу қажеттілігін тудырады. Қоршаулар мен құрылыс жабындарын дыбыстық оқшаулау проблемасы жайлы және қауіпсіз қалалық ортаны құру жағдайында барған сайын өзекті бола түсуде. Дегенмен, дәстүрлі дыбыс өткізбейтін әдістер жиі жеткілікті тиімді емес немесе заманауи жағдайларда қолданылмайды. Бұл мақалада шу мәселесінің өзектілігі, заманауи ғимараттардағы дыбыс оқшаулауының негізгі мәселелері және оны шешуге бағытталған зерттеу әдістері қарастырылады. Дыбыс оқшаулау тиімділігін арттырып, жайлы қалалық ортаны құра алатын жаңа тәсілдер мен технологияларға ерекше назар аударылады. Заманауи қалалық ортада жайлылық пен қауіпсіздікті қамтамасыз етуде дыбыс оқшаулау маңызды рөл атқарады. Ол адамдардың денсаулығы мен әл-ауқатына теріс әсер ететін шу деңгейін төмендетуге көмектеседі. Мысалы, жол қозғалысы, құрылыс, өнеркәсіп орындары мен қоғамдық көліктердің тұрақты

шуы стрессті тудыруы, ұйқының сапасын нашарлатуы және зейінді шоғырландыру проблемаларына әкелуі мүмкін. Дыбыс оқшаулауы сыртқы дыбыстарды блоктау және құпия ақпараттың ашылуына жол бермеу арқылы үй ішінде құпиялылықты сақтауда да маңызды рөл атқарады.

Сонымен қатар, жақсы дыбыс оқшаулау адамдарды жолдардағы жүргізушілерді алаңдататын немесе қауіпті сигналдарды есту қабілетіне кедергі келтіретін сыртқы шудан қорғау арқылы қауіпсіз ортаны құруға көмектеседі. Ғимараттар мен қалалық инфрақұрылымның дыбыс оқшаулау деңгейін арттыру өмір сүру сапасын айтарлықтай жақсартуға және азаматтардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Бұл зерттеудің мақсаты қоршаулар мен құрылыс жабындарының дыбыс оқшаулауының бар проблемаларын зерттеу, сонымен қатар ыңғайлы және қауіпсіз дыбыс оқшаулау тиімділігін арттыруға бағытталған жаңа әдістер мен материалдарды әзірлеу және сынау болып табылады.



Дизайн шешімдерінің жеткіліксіздігі: дәстүрлі материалдар мен конструкцияларды пайдалану тығыздықтың жеткіліксіздігі немесе тиімсіз жобалық шешімдердің салдарынан дыбыс оқшаулаудың тиісті деңгейін әрдайым қамтамасыз ете бермейді.

Саңылаулар арқылы шудың енуі: дыбыс өткізбейтін материалдарды пайдаланғанның өзінде, шу құрылыс конструкцияларындағы жарықтар, жарықтар және басқа тесіктер арқылы енуі мүмкін.

Дыбыстың шағылысуы: Кейбір материалдар дыбысты жұтудың орнына оны көрсетуі мүмкін, бұл ғимарат ішіндегі және айналасындағы шудың әсерін күшейтуі мүмкін.

Қоршаған ортаны жеткіліксіз ескеру: Жобалау және құрылыс кезінде қоршаған ортаның ерекшеліктері, мысалы, шу көздеріне жақындық жиі ескерілмейді, бұл дыбыс оқшаулауының жеткіліксіздігіне әкелуі мүмкін.

Техникалық шектеулер: шектеулі бюджеттер немесе дизайн талаптары сияқты кейбір техникалық шектеулер дыбыс оқшаулауын жақсарту мүмкіндігін шектеуі мүмкін.

Оқшаулағыш материалдарды пайдалану және тығыз қабырғалар мен төбелерді жасау сияқты дәстүрлі дыбыс өткізбейтін әдістердің бірнеше маңызды кемшіліктері бар.

Біріншіден, оларды орнату және жөндеу қымбат болуы мүмкін, әсіресе арнайы жабдық немесе материалдар қажет болса.

Екіншіден, бұл әдістердің кейбірі шудың белгілі бір жиіліктеріне немесе түрлеріне қарсы тиімді болмауы мүмкін. Мысалы, олар төмен жиілікті шуға қарсы жақсы жұмыс істей алады, бірақ жоғары жиілікті шуға қарсы тиімділігі төмен.

Сонымен қатар, дәстүрлі дыбыс өткізбейтін әдістер интерьер дизайнның шектеулер тудыруы мүмкін, өйткені олар бөлменің қолжетімді көлемін азайтуы немесе оның сыртқы түрін өзгертуі мүмкін.

Ақырында, бұл әдістердің кейбіреулері тұрақты техникалық қызмет көрсетуді және ауыстыруды қажет ететін жеткілікті берік немесе берік болмауы мүмкін.

Дыбыс өткізбейтін зерттеулердегі заманауи технологиялар дыбыс өткізбейтін материалдар мен құрылымдардың тиімділігін дәлірек зерттеуге және жақсартуға бағытталған әдістер мен тәсілдердің кең спектрін қамтиды.

Негізгі бағыттардың бірі компьютерлік модельдеу мен модельдеуді қолдану болып табылады. Акустикалық модельдеу бағдарламалық құралын пайдалана отырып, әртүрлі орталарда дыбыстың таралуын талдауға және әртүрлі дыбыс өткізбейтін конструкциялардың тиімділігін бағалауға болады.

Сондай-ақ объектілердегі және оның айналасындағы дыбыс өрістерін визуализациялауға және талдауға мүмкіндік беретін акустикалық томография және акустикалық фотосурет сияқты алдыңғы қатарлы акустикалық өлшеу әдістерін пайдалану маңызды.

Басқа заманауи технологияларға нанотехнологиялар мен композиттік құрылымдарды пайдалана отырып, жаңа дыбыс өткізбейтін материалдарды әзірлеу, сондай-ақ резонанстық жұтқыштар және белсенді шуды азайту жүйелері сияқты инновациялық дыбыс өткізбейтін құрылымдарды құру кіреді.

Бұл технологиялар зерттеушілер мен инженерлерге тиімдірек және тұрақты дыбыс оқшаулау шешімдерін әзірлеуге көмектеседі, өмір сүру және жұмыс істеу үшін ыңғайлы және қауіпсіз орталарды жасауға көмектеседі.

Математикалық модельдер мен модельдеулерді пайдалану дыбыс жұтуды талдауда және тиімді дыбыс өткізбейтін шешімдерді әзірлеуде маңызды рөл атқарады.

Математикалық модельдер бөлменің геометриясы, материалдардың физикалық сипаттамалары және дыбыс толқындарының жиілігі сияқты әртүрлі параметрлерді ескеруге мүмкіндік береді. Олардың көмегімен сандық есептеулерді жүргізуге және дыбысты сіңіруге арналған әртүрлі құрылымдар мен материалдардың тиімділігін болжауға болады.

Модельдеу бөлмедегі дыбыстың таралуын визуализациялауға және оның қоршаған ортаға әсерін бағалауға мүмкіндік береді. Бұл инженерлер мен дизайнерлерге дыбыс өткізбейтін шешімдердің оңтайлы параметрлерін дәл анықтауға және тиімдірек дыбысты сіңіру жүйелерін жобалауға мүмкіндік береді.

Математикалық модельдер мен модельдеулерді пайдалану арқылы зерттеушілер мен инженерлер дыбыс өткізбейтін ықтимал проблемаларды тез және дәл бағалай алады, әртүрлі шешімдер нұсқаларымен виртуалды эксперименттер жүргізеді және одан әрі енгізу үшін ең жақсы нұсқаларды таңдай алады. Бұл тиімдірек және үнемді дыбыс өткізбейтін әдістерді дамытуға ықпал етеді, бұл сайып келгенде, өмір сүру және жұмыс істеу үшін қолайлы және қауіпсіз орталарға әкеледі.

Сонымен қатар, материалдардың дыбыс оқшаулауын зерттеудің эксперименттік әдістері олардың тиімділігін анықтаудың негізгі құралы болып табылады.

Кесте 1. Дыбыс оқшаулағыш материалдарды зерттеудің эксперименттік әдістері

Дыбысты сіңіру коэффициентін өлшеу	Бұл әдіс оның жиілігіне байланысты материалдың дыбысты жұту қабілетін бағалайды. Тәжірибе акустикалық камералар немесе арнайы қондырғылар арқылы жүргізіледі, онда жұтылатын энергияның түскен дыбыс энергиясына қатынасы өлшенеді.
Дыбыс түтіктерін пайдалану	Дыбыс түтіктері бақыланатын жағдайларда материалдардың дыбысты жұтуын зерттеуге мүмкіндік береді. Құбырдағы дыбыс толқындарының ыдырау уақытын өлшеу арқылы материалдың дыбыс оқшаулауының тиімділігін анықтауға болады.
Кедергі түтіктері	Бұл әдіс акустикалық кедергінің өзгеруін өлшеу арқылы материалдың дыбысты жұтуын бағалайды. Дыбыстың шағылысуын өлшеу арқылы әртүрлі жиілік диапазонындағы материалдың тиімділігін анықтауға болады.
Акустикалық толқын әдісі	Бұл әдіс материалдың дыбысты жұтуын өлшеу үшін акустикалық толқындарды пайдаланады. Шағылған және жұтылған толқындарды талдау арқылы материалдың дыбыс қысымын төмендету қабілетін анықтауға болады.

Бұл тәжірибелік әдістер материалдардың дыбыс оқшаулау қасиеттерін дәлірек анықтауға және нақты қолдану үшін ең қолайлысын таңдауға мүмкіндік береді.

Бетон массасы мен тығыздығына байланысты дыбыс оқшаулауында маңызды рөл атқарады. Оның жоғары тығыздығы дыбыс толқындарын жұтып, әлсіретуге мүмкіндік береді, олардың ғимараттардың қабырғаларына енуіне жол бермейді. Қалың бетон қабырғалары әдетте басқа материалдардан жасалған жұқа қабырғаларға қарағанда жақсы дыбыс оқшаулауын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, бетон едендер дыбыс тербелістерін әлсіретіп, олардың ғимараттың едендері арқылы өтуіне жол бермейді. Дегенмен, оңтайлы дыбыс оқшаулауына қол жеткізу үшін жиі бетонды басқа дыбыс өткізбейтін материалдармен және әдістермен, мысалы, оқшаулау және дыбысты сіңіретін жабындармен біріктіру қажет.

Кесте-2 әртүрлі типтегі бетондардың акустикалық қасиетін көрсетеді. Қалыпты бетон дыбысты шағылыстырудың ең жоғары деңгейін, содан кейін шыны негізіндегі бетонды анықтайтынын көруге болады.

Кесте 2. Әртүрлі типтегі бетондардың акустикалық қасиеті

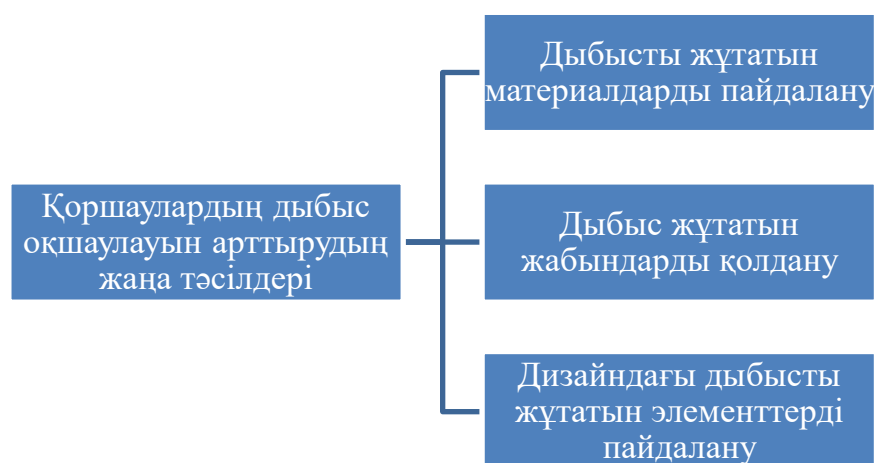
Бетон түрлері	Дыбысты сіңірудің максималды коэффициенті	Дыбыстың шағылысу деңгейі	Жиіліктегі дыбыс деңгейінің максималды төмендеуі, Гц
Қалыпты бетон	0,05–0,10	Жоғары	3000–5500
Газдалған бетон	0,15–0,75	Төмен	250–2500
Көбіктелген бетон	0,13-0,50	Төмен	100-2000
Ұнтақталған резеңке бетон	0,30-0,70	Орташа	400-2500
Полиуретанды бетон	0,08-1,0	Төмен	150-1400
Көмір түбі күлді бетон	0,05-0,31	Орташа	500-3500
Кокос талшықтары бетон	0,42-0,80	Орташа	1250-3200
Қайта өңделетін толтырғыш бетон	0,01-1,0	Орташа	1500-2000
Устрица қабықтарының қалдықтары толтырылған бетон	0,43-0,53	Төмен	1000-1800
Полимерлі бетон	0,90-1,0	Төмен	64-1600

Қалыпты бетон үшін акустикалық жұту коэффициенті шамамен 0,02 құрайды, бұл дыбыс динамизмінің шамамен 98% беттік шағылысу екенін білдіреді. Неғұрлым тығыз/ауыр бетон болса, соғұрлым анықталуы мүмкін дыбыс оқшаулау жылдамдығы жоғары болады [3 , 4].

Газдалған бетонда алюминий тотығы кальций гидроксидімен әрекеттеседі және кейінірек қоспада микроскопиялық көпіршіктер түзетін газ тәрізді сутегінің пайда болуына әкеледі. Жеңіл газдалған бетонның тығыздығы әдетте 250-ден 500 кг/м³-ке дейін жетеді және шамамен 82,1% - 91,5% кеуектілігі жоғары [6]. Бұл бетонның кеуекті қабырғасы өте жұқа,

сондықтан дыбыс толқындары өте оңай беріледі. Лаукайтис пен Фикс [5] бойынша , тығыздық артқан сайын кеуектілік азаяды, бірақ екінші жағынан ашық кеуектер көлемі де артады. Газдалған бетонның ашық кеуектерінің көлемі көбік бетоннан көп. Автоклавты газдалған бетонның сіңіру коэффициенті ашық кеуектердің жалпы кеуектілікке қатынасы бойынша жақсы жіктеледі.

Қоршаулардың дыбыс оқшаулауын жақсартудың жаңа тәсілдері инновациялық технологиялар мен материалдарды, сондай-ақ бірегей дизайн шешімдерін қамтиды.



Дыбысты жұтатын материалдарды пайдалану: Ағаш немесе металл сияқты дәстүрлі қоршау материалдарының орнына дыбыс толқындарын тиімді сіңіретін және шу деңгейін төмендететін арнайы дыбыс жұтатын материалдарды пайдалануға болады.

Дыбыс жұтатын жабындарды қолдану: қоршаудың бетіне арнайы жабындарды қолдану оның дыбыс оқшаулау қабілетін айтарлықтай арттыруы мүмкін. Бұл жабындарды акустикалық сіңіру қабілеті жоғары материалдардан жасауға болады.

Дизайндағы дыбысты жұтатын элементтерді пайдалану: Дыбысты жұтатын панельдер немесе құрылымдық құрамдас бөліктер сияқты арнайы элементтерді қоршау дизайнына біріктіру дыбыстың шағылысуы мен таралуын азайтуға көмектеседі.

Бұл жаңа тәсілдер тұрғын үй және коммерциялық нысандардың айналасында тыныш, жайлы ортаны қамтамасыз ете алатын тиімдірек дыбыс өткізбейтін қоршауларды жасауға көмектеседі.

Ғимарат жабындарының дыбыс оқшаулауын арттыру, әсіресе қалалық жерлерде және белсенді өмірде маңызды міндет болып табылады. Бұл саладағы жаңа тәсілдер мыналарды қамтиды:

Мамандандырылған оқшаулау мен материалдарды пайдалану: Жоғары акустикалық сипаттамалары бар оқшаулау мен материалдарды әзірлеу және пайдалану ғимараттың шатыры мен қабырғалары арқылы шудың енуін азайтуға мүмкіндік береді. Дыбыс жұтатын қабаттарды құрылымға біріктіру: Ғимараттың шатыры мен қабырғаларының құрылымына арнайы дыбыс жұтатын қабаттарды енгізу дыбыстың шағылысуы мен таралуын азайтуға көмектеседі. Архитектуралық шешімдерді пайдалану: акустикалық мүмкіндіктерді ескере отырып, ғимараттарды жобалау ғимарат ішіндегі және айналасындағы шу деңгейін төмендетуі мүмкін. Мысалы, табиғи дыбыс сіңіргіш ретінде қызмет ететін жасыл шатырлар мен қасбеттерді жасау. Белсенді дыбыс өткізбейтін жүйелерді қолдану: Белсенді дыбысты сіңіру технологияларын енгізу нақты уақытта шу деңгейін реттеуге және өзгермелі жағдайларға сәйкес дыбыс оқшаулауын бейімдеуге мүмкіндік береді. Ғимараттарды реконструкциялау және жаңғырту кезінде дыбыс оқшаулауын қарастыру: Ғимаратты қайта құру немесе жаңғырту кезінде дыбыс оқшаулау мәселелерін, оның ішінде ескірген материалдарды неғұрлым заманауи және дыбыс өткізбейтін материалдармен ауыстыруды ескеру маңызды. Бұл тәсілдер тұрғындар мен жұмысшыларға жайлы және тыныш өмір сүру және жұмыс жағдайларын қамтамасыз ететін жоғары дыбыс оқшаулауы бар ғимараттарды құруға мүмкіндік береді.

Қоршаулар мен ғимарат жабындарының дыбыс оқшаулауын жақсарту үшін келесі практикалық ұсыныстарды ескеру қажет:

Дұрыс материалдарды таңдау: Жоғары акустикалық өнімділігі бар және дыбыс толқындарын тиімді сіңіре алатын арнайы дыбыс өткізбейтін материалдарды пайдалану.

Тығыздау және толтыру саңылаулары: құрылымдағы барлық саңылаулар мен жарықтар толығымен толтырылғанын және шудың енуіне жол бермеу үшін дыбыс өткізбейтін материалдармен тығыздалғанын қамтамасыз ету.

Қоршаулар мен ғимараттардың орналасуы: Жобалау кезінде шу әсерін азайту үшін жолдар, әуежайлар немесе өнеркәсіп орындары сияқты шу көздеріне қатысты қоршаулар мен ғимараттардың орналасуын ескеру.

Тұрақты техникалық қызмет көрсету және жаңарту: дыбыс оқшаулаудың жоғары деңгейін сақтау үшін дыбыс өткізбейтін құрылымдар мен материалдарға тұрақты техникалық қызмет көрсету және қажет болған жағдайда оларды жаңарту.

Кәсіби мамандармен бірлесіп жұмыс жасау: Қажет болса, дыбыс өткізбейтін және дыбыс өткізбейтін мамандардың көмегіне жүгініп, нақты жағдайда дыбыс өткізбеуді жақсарту бойынша кеңестер мен ұсыныстарды алу.

Осы нұсқауларды орындау үйіңіздің немесе жұмыс орныңыздың айналасында тыныш және жайлы ортаны құруға көмектеседі.

Қорытынды. Қорытындылай келе, қоршаулар мен ғимарат жабындарының дыбыс оқшаулауын жақсарту қазіргі заманғы қалалық ортадағы маңызды мәселе болып табылады. Бар қиындықтар мен дәстүрлі әдістердің кемшіліктеріне қарамастан, заманауи технологиялар мен инновациялық тәсілдер перспективалы шешімдерді ұсынады. Мамандандырылған материалдарды, акустикалық үлгілерді пайдалану, дыбыс жұтатын элементтерді біріктіру және сәулет ерекшеліктерін ескеру дыбыс оқшаулаудың жоғары дәрежесі бар қоршаулар мен ғимараттарды жасауға мүмкіндік береді. Дұрыс материалдарды таңдау, саңылауларды жабу және кәсіби мамандармен жұмыс істеу сияқты практикалық ұсыныстар белгілі бір орталарда дыбыс оқшаулауын жақсарту бойынша тиімді шараларды жүзеге асыруға көмектеседі. Бұл күш-жігердің барлығы азаматтардың өмір сүруі мен жұмыс істеуі үшін неғұрлым жайлы, қауіпсіз және бейбіт ортаны құруға бағытталған. Осы саладағы үздіксіз зерттеулер мен жаңа технологияларды енгізу осы мақсатқа жетуде және бүкіл әлем қалаларының өмір сүру сапасын жақсартуда шешуші рөл атқарады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Попов П.А. Разработка методики снижения акустического нагружения на полезную нагрузку в составе ракеты-носителя. Дис. ... канд. техн. наук. Самара, 2018. 150 с.
2. Юдин Е.Я., Борисов Л.А., Горештейн И.В. и др. Борьба с шумом на производстве: Справочник. М.: Машиностроение, 1985. 400 с.
3. Холмс Н., Браун А., Монтег С. Ұсақ толтырғышты ауыстыру ретінде үгінді резеңкемен бетон панельдерінің акустикалық қасиеттері. *Constr. Құру. Матер.* 2014; 73 :195–204. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2014.09.107.
4. Федуик Р. Композиттік байланыстырғыштардың көмегімен талшықты бетонның өткізгіштігін төмендету. *спец. Жоғарғы. Кеуекті медиа.* 2018; 9 :79–89. doi: 10.1615/SpecialTopicsRevPorousMedia.v9.i1.100.
5. Лаукайтис А., Фикс Б. Газдалған автоклавты бетонның акустикалық қасиеттері. Қолданба. *Акуст.* 2006; 67 :284–296. doi: 10.1016/j.apacoust.2005.07.003.

6. Нараянан Н., Рамамурти К. Газдалған бетонның құрылымы мен қасиеттері: шолу. Сем. Конкр. Құрама. 2000; 22 :321–329. doi: 10.1016/S0958-9465(00)00016-0.

7. Arenas C., Leiva C., Vilches L.F., Cifuentes H., Rodríguez-Galán M. Technical specifications for highway noise barriers made of coal bottom ash-based sound absorbing concrete, *Construction and Building Materials*. 2015;95:585–591.

8. Пат. 190244 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Установка для исследования динамических характеристик звукоизоляционных материалов / С.Н. Овсянников, Д.С. Скрипиченко; ТГАСУ. № 2018137873; заявл. 26.10.18; опубл. 25.06.2019, Бюл. № 2. 3 с.

9. Di Bella A., Granzotto N., Pavarin C. Comparative analysis of thermal and acoustic performance of building elements. *Proc. Forum Acust. Krakow*, 2014, p. 1–4. DOI: 10.13140/2.1.5063.3280

10. Martinez, L. et al. (2022). "Impact of Architectural Design on Sound Insulation: Case Studies." *Architectural Science Review*, 28(2), 65-78.