



**«ҒЫЛЫМ МЕН БІЛІМ БЕРУДІ ДАМУДЫҢ БАСЫМ
БАҒЫТТАРЫ»**

халықаралық ғылыми конференцияның
МАТЕРИАЛДАР ЖИНАҒЫ
17-18 қараша 2025

PROCEEDINGS
of the international scientific conference
**«PRIORITY DIRECTIONS OF SCIENCE AND EDUCATION
DEVELOPMENT»**
17-18 November 2025

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
международной научной конференции
**«ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ»**
17-18 ноября 2025

Алматы, 2025

ӘОЖ 001+37
КБЖ 72+74
Ғ 96

Редакция алқасы:

А.А. Амангельдиев, Н.Б. Сейсенбек, Н.А. Еламанов

Редакционная коллегия:

А.А. Амангельдиев, Н.Б. Сейсенбек, Н.А. Еламанов

Editorial team:

A.A. Amangeldiyev, N.B. Seisenbek, N.A. Yelamanov

Ғ 96 Ғылым мен білім беруді дамытудың басым бағыттары: халықаралық ғылыми конф. мат. = Приоритетные направления развития науки и образования: Сб. материалов межд. науч. конф. = Proceedings international scientific conference: Priority directions of science and education development. – Алматы: «Bilim Innovations Group» ғылыми-зерттеу орталығы, 2025. – 348 б. – қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-12-5919-4

Жинаққа білім алушылардың, ғалымдардың, зерттеушілердің және мектеп мұғалімдерінің қазіргі ғылым мен білім саласындағы өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген. Мақаланың мазмұны мен жіберілген қателерге автор жауап береді.

В сборник включены доклады обучающихся, ученых, исследователей и учителей школ по актуальным проблемам современной науки и образования. Ответственность за содержание статьи и допущенные ошибки несет автор.

The proceedings includes reports of students, scientists, researchers and school teachers on topical issues of modern science and education. The author is responsible for the content of the article and mistakes.

ӘОЖ 001+37
КБЖ 72+74

ISBN 978-601-12-5919-4



ГУМАНИТАРЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР
ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ
HUMANITIES

ҒТАМР 16.21.33

АБАЙДЫҢ ҚАРА СӨЗДЕРІНДЕГІ МӘДЕНИ РЕАЛИЙЛЕРДІҢ АУДАРМА АСПЕКТІСІ (ҚЫТАЙ ТІЛІ НЕГІЗІНДЕ)

Ершат Ардақ

PhD-докторант, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ.

Бұл мақалада Абай Құнанбайұлының біріншіден төртінші қара сөздеріндегі мәдени реалийлердің қытай тіліне аударылу ерекшеліктері мен тәілдері талданады. Зерттеу барысында Әкбар Мәжиттің аудармасы негізге алынады. Оның аудармаларындағы сөздердің семантикалық мағыналары мен аударма кезіндегі мәдени баламалалық деңгейі қарастырылады. Мақаланың негізгі мақсаты – ұттық-мәдени мазмұны терең лексемаларды қытай тіліне тасымалдау жолдарын айқындау және лингвомәдени тұрғыдан сипаттау. Зерттеу нәтижесінде аудармашының мәдени сөздерді қытай тілінде жеткізу үшін қолданылған түрлі стратегиялары – түсіндірмелі аударма және мағыналық сәйкестендіру әдістері анықталады. Мақала Абай шығармаларының интермәдени аударма кеңістігін кеңейтуге және қазақ әдебиетінің қытай тілді ортада тереңірек түсінуге үлесін қосады.

Түйін сөздер: Абай Құнанбайұлы, қара сөздер, шығармалар, мәдени реалийлер, аударма әдістері, қытай тілі, мәдени баламалылық.

Президент Қасым-Жомарт Кемелұлы Тоқаев: *«Абайдың «толық адам» концепциясы – бүгінгі Қазақстан қоғамы үшін де аса өзекті»*, – деген болатын. Бұл ой Абай мұрасының тек өткен дәуір үшін ғана емес, қазіргі заманда да құндылығын жоғалтпағанын дәлелдейді. Сондықтан да Абай шығармаларын басқа тілдерге, оның ішінде қытай тіліне аудару – «кемел адам» идеясының әлемдік деңгейде таралуына ықпал етеді. Ал енді аударма мәселесіне келсек, аударма теорияларын жетік меңгермей тұрып жасалған аударма сәтті болмайды. Аударматану ғылымы өзінің даму барысында тілдік эквиваленттілікке негізделген көзқарастан функционалдық, мәдени және когнитивтік қырларды біріктіретін көпқырлы зерттеу саласына айналды. Алғашқы міндеттердің бірі аударманың түпнұсқа мәтінге адалдығын басты қағида ретінде қарастырған болса, кейінгі дескриптивтік және постструктуралистік бағыттар назарды мақсатты мәтіннің коммуникативтік қызметіне және аудармашының дербес тұлғалық рөліне аударды.

Функционалистік теориялар – әсіресе Скопос теориясы, К. Райс ұсынған мәтін типтері моделі және К. Нордтың функционализмі – аударманың мақсатын шешуші фактор ретінде қарастырып, мақсатты аудиторияның қажеттіліктері мен социомәдени контекстіні ескерудің маңызын баса көрсетеді [1, p. 1243]. Соңғы зерттеулерде бұл функционалдық ұстаным аударма үдерісін басқару саласына да кеңейтіліп, жобалық процестерді функционалдық мақсаттармен сәйкестендіру тиімділік пен сапаны арттыратыны дәлелденіп отыр [2, p. 16]. Қазіргі аударматану ғылымында «аударма мәдениеті» (*translation culture* немесе *Translationskultur*) ұғымы ерекше мәнге ие болып, аударма үдерісі аудармашы, автор және оқырман арасындағы билік пен ықпал қатынастарын реттейтін әлеуметтік жүйе ретінде қарастырылады [3, p. 253]. Корпусқа негізделген зерттеулер мәтіндік, аудармашылық және социомәдени айнымалыларды қамтитын көпфакторлы үлгілерді қолдану арқылы эмпирикалық талдаудың дәлдігі мен объективтілігін арттыруға бағытталған [4]. Ал когнитивтік бағыттағы зерттеулер метафораларды аудару мен ұғыну үдерістерін кеңірек когнитивтік механизмдермен байланыстырып, аударманы мән-мағынаны құрастыруға бағытталған когнитивтік әрекет ретінде түсіндіреді [5, p. 83].

Жалпы алғанда, қазіргі аударматану ғылымы жүйелік-функционалдық лингвистикадан бастап әрекет теориясына дейінгі пәнаралық әдістерді кеңінен қолдану арқылы мәтін құрылымы, аудармашының когнитивтік әрекеті және мақсатты қауымдастықтың мәдени-коммуникативтік күтілімдері арасындағы күрделі өзара байланыстарды модельдеуге ұмтылады. Бұл бағыт оның мәдени тұрғыдан тамырланған, үнемі дамып отыратын динамикалық ғылыми сала ретіндегі мәртебесін айқындайды. Мәдениеттанымдық және интердисциплинарлық мектеп өкілдерінің идеялары Абай шығармаларының аудармасын мәдени код, семантикалық реңк және ұлттық таным тұрғысынан зерттеуге мүмкіндік береді.

Аталған теорияларды басшылыққа ала отырып, біз Абай қара сөздеріндегі мәдени сөздерді қытай тіліне аударылуын жан-жақты қарастырамыз. Аударма үдерісіндегі ең күрделі әрі жауапты міндеттердің бірі – мәдени мазмұнды, ұлттық ерекшеліктерді, реалийлер мен дәстүрлі ұғымдарды дәл әрі табиғи түрде жеткізу болып табылады.

Абай шығармаларын қытай тіліне аудару процесінде аудармашылар көбіне **мағыналық (семантикалық)** аударма тәсіліне сүйенеді. Бұл әдістің басым қолданылуының себебі – Абай тілінің бейнелілігі мен ұлттық-мәдени мазмұнын дәл сөзбе-сөз тәсілмен жеткізу мүмкін еместігі. Ақын шығармаларының философиялық тереңдігі, ұлттық дүниетанымы және мәдени кодтары түпнұсқаға тән контекст арқылы ашылады. **Сөзбе-сөз аударма** Абай мәтіндерінің сыртқы құрылымын сақтағанымен, оның ішкі мағынасы мен эмоциялық реңкін жоғалтады. Мысалы, «құлақтан кіріп бойды алар, әсем ән мен тәтті күй» деген жолдарды тура аударғанда ұлттық дәм мен поэтикалық әсер әлсірейді. Сондықтан **мағыналық аударма** арқылы аудармашы мәтіннің рухын, идеялық мазмұнын, көркем әсерін жеткізуге міндетті. Дегенмен, **мәдени сөздер мен ұғымдар** (реалийлер) – аударманың ең күрделі бөлігі. Абай шығармаларында

жиі кездесетін «жыр», «домбыра», «аруақ», «кұран», «иман», «той», «қымыз», «жез киік» сияқты сөздердің барлығы қазақ мәдени кеңістігіне тән. Мұндай бірліктерді аударуда аудармашы негізінен үш түрлі тәсілді қолданады. Олар **транслитерация, түсіндірмелі аударма және бейімдеу**. Осы үш тәсілді ұтымды үйлестіре отырып, аудармашы **сөзбе-сөз және мағыналық аударма арасындағы тепе-теңдікті** сақтайды. Егер мәтіннің ұлттық бояуы тым жеңілдетілсе, түпнұсқаның рухы жоғалады; ал сөзбе-сөздік басым болса, қытай оқырманына түсініксіздік туындайды. Сондықтан аудармашының басты міндеті – осы екі тәсілдің арасындағы **динамикалық тепе-теңдікті** ұстау.

Негізгі дерек көзі ретінде Қазақстан Республикасы Ұлттық ортылық музейінің «Абайдың өмірбаяны мен шығармашылығы туралы түпнұсқа қолжазбалар (Қазақстан Республикасы Мемлекеттік орталық музейі қорынан)» атты ғылыми–инвентарлық каталогының 1-кітабын негізге ала отырып, сондағы түпнұсқа қара сөздермен жұмыс жасалды [6, 36, 443, 446, 448 б]. Ал қытай тіліндегі аудармасын Қытай елінде жарық көрген Әкбар **Мәжиттің кітабы негізге алына отырып** анализ жасалады [7, 1, 3, 5, 9 б]. Барлық берілген мысалдар осы екі кітаптың төңірегінде берілген. Аудармашы тек тілдік емес, **мәдениетаралық коммуникация қағидатын** ұстанып, Абайдың философиялық ойларын қытай оқырманының қабылдау ерекшелігіне бейімдеп берген. Төменде Абайдың біріншіден төртіншіге дейінгі қара сөзіндегі мәдени лексемалардың семантикалық мағыналары мен қытай тіліне аударылуы тәсілдері талданды.

Абайдың бірінші қара сөзіндегі мәдени сөздерді талдау және қытай тіліне тасымалдануы. Ел бағу – дәстүрлі қазақ қоғамында ел басқару, халыққа басшылық ету ұғымы. Аудармасы «去治理民众吗? / 不,民众是治理不了的.» (қытайша: 去治理民众 – адамдарды басқару/халықты басқару). Мәдени адаптация / түсіндірме аударма. Мал бағу – көшпелі өмір салтындағы негізгі тіршілік көзі. Қытай тілінде «去放牧吗? / 不,犯不着去干这种事.» (қытайша: 去放牧 – мал өсіру, қой-ешкі-жануарды бағу), тура мағыналық аударма. Ғылым бағу – білім іздеу, ғылымға ден қою (қазақ мәдениетінде XIX ғ. жаңа қалыптасып келе жатқан құндылық). Аудармада «去研究学问吗? / ...研究了又去向谁传授...» деп берілген, (қытайша: 去研究学问 – білімге, ғылымға кірісу, зерттеу жасаймын деп). Мәдени сәйкестікке жақындату. Софылық қылып, дін бағу – Софылық қылу, дін бағу – ислам мәдениетіне тән ұғымдар, діни жол ұстану, сопылық ілім. «要不去当一名神职人员? / 干这种行当要求心静.» (қытайша: 当一名神职人员 – діни қызметкер болу; сондай-ақ контекстте «修行/从事宗教事务» мағынасы бар). Мәдени алмастыру. Балаларды бағу – ұрпақ тәрбиесі, қазақ қоғамындағы әкелік, отбасылық жауапкершілік, ал қытай тілінде «去教育孩子? / ...原本是可为的...不知道教给他们什么实质性的东西.» (қытайша: 去教育孩子 – бала тәрбиелеу, оқыту). Мағыналық аударма. Ақ қағаз бен қара сия (қағаз, қара сия) – жазу

мәдениеті, қазақ қоғамында жаңа құбылыс (дәстүрлі ауызша мәдениеттен жазбаға көшу нышаны) қытай тіліне «拿起纸和笔来消磨时间, 把自己的所思所想都写下来.» деп тасымалданған. Жер ортасы жас / қажыдық, жалықтық – қазақ дүниетанымындағы өмір жасының өлшемі (елу жастан өткенді меңзейді). «已经精疲力尽, 心灰意冷; 度过了大半生». Функционалды алмастыру әдісі.

Екінші қара сөзіндегі мәдени сөздерге келсек, «Сарт» – қазақ халқының тілдік санасында Орталық Азиядағы өзге түркі халықтарын, көбінесе Бұхара, Ташкент, Самарқанд аймақтарының саудагерлерін білдіретін атау. Тарихи тұрғыдан бейтарап этноним болса да, Абай заманында ол белгілі бір **әлеуметтік-мәдени ирониямен**, яғни «саудагер, пысық, бірақ сенімсіз» адам бейнесінде қолданылған. 粟特人 [古代民族, 在哈萨克语中泛指中亚细亚一带商人] аударма **тәсілі: мәдени түсіндірмелі аударма**, себебі «сарт» сөзінің тура баламасы жоқ, ал оның мәдени мағынасын сақтау үшін қытай тілінде тарихи-этнографиялық түсіндірме берілген. Қазақ мәтіндегі мысқыл, ирония реңкі қытай тілінде бейтарапталған. Мұнда **мәдени контекстен гөрі тарихи дәлдікке басымдық берілген**, бұл – шетелдік оқырманға түсініктілік тұрғысынан дұрыс шешім. «Кен қолтық» – киім кию мәдениетінің өзгешелігі, «шүлдіреген» – өзге тілде жылдам, түсініксіз сөйлейтін адамға қатысты сын. Бұл тіркес арқылы қазақтар өзге ұлттың киімін, сөйлеу мәнерін мысқылмен сипаттаған. 穿着宽襟衫子的塔吉克人

· 说起话来没个完 бұл жерде **бейімделген сипаттама аударма** – яғни, сөзбе-сөз аударылмаған, бірақ ұлттық бейне мен иронияның бір бөлігі сақталған. Аудармада бейнелік экспрессия («шүлдіреген») жұмсартылып, **сөйлеу әдетін бейтарап сипаттау** арқылы берілген. Бұл тәсіл мәдени конфликтіні азайтып, мәтінді қазіргі оқырманға қабылдауға жеңілдетеді. «Ноғай» сөзі тарихи тұрғыда татар-түркі халықтарының атауы, бірақ ауызекі тілде кейде «жалқау», «ебедейсіз» бейнеде айтылған. Абай бұл сөз арқылы өз халқының басқа түркі тектес халықтарға деген сыншыл көзқарасын көрсетеді. 诺盖人 [哈萨克人对鞑鞑人的称呼] “与其叫他们诺盖人, 还不如叫诺开 [哈萨克语音译, 其义为‘没头脑’] яғни **түсіндірмелі аударма және функционалды алмастыру** – этноним сақталып, оның қазақ мәдениетінде қолданылу ерекшелігі қосымша ескерілген. «Сасыр бас» – қызыл шаш, өзгеше түр-әлпет белгісі арқылы бөтендік сезімін білдіреді. 臭红头发的俄罗斯人”只要看到阿吾勒, 就纵马驰骋过去”。 Бұл жердегі аударма тәсілі **семантикалық эквивалент + мәдени бейімдеу** – бейнелік сөздер нақты сипаттау арқылы жеткізілген. Аудармашы ұлттық юморды бейтарап етіп, физикалық сипатқа айналдырған («红头发»). Бірақ бұл жердегі бір қателік «жаман сасыр бас» деген сөзді 臭红头发的俄罗斯人 деп тасымалдаған. Бұл ғылыми аударма этикасына сай келмейді. «Ауыл» – тек елді мекен емес, туыстық, рулық байланыс, мәдени және әлеуметтік орталық ұғымы.

Қытай тілінде 阿吾勒 [哈萨克语音译:村庄] деп берген, аударма әдісі транслитерация + мәдени түсіндірме – яғни, қазақша атауы сақталған, қытайша түсініктеме арқылы ұғым нақтылаған. Бұл тәсіл қазақ мәдениетіндегі «ауыл» концептісін сақтап қана қоймай, оны мәдени символ ретінде таныстырады.

Абайдың үшінші қара сөзіндегі мәдени лексемалардың семантикалық және аударматанымдық сипатына тоқталайық. «Қыстау» – қазақ халқының көшпелі өмірінде қыс мезгілінде мал қыстататын тұрақты қоныс. Қытай тіліне 冬牧场 деп аударылып, тура эквивалент тәсілі қолданылған. «Болыс» ұғымы патшалық дәуірдегі жергілікті әкімшілік басшыны білдіреді. Қытайша 乡官 немесе 地方官 员 түрінде беріліп, түсіндірмелі (экспликативті) тәсілмен аударылған. «Би» – дәстүрлі құқық пен әділеттілікті жүзеге асырушы тұлға, аудармада 执法官 немесе 仲裁者 деп беріліп, функционалды балама тәсілі қолданылған. «Партия», «партияласу» сөздері қазақ қоғамындағы рулық және топтық бөлінушілікті сипаттайды; қытай тілінде 拉帮结伙, 结党营私 түрінде аударылып, мәдени бейімдеу тәсілі пайдаланылған. «Қымыз» – биенің сүтінен дайындалатын ұлттық сусын, қытай тілінде 马奶酒 деп тура баламамен берілген. «Момын» сөзі бейбіт, адал, қарапайым адамды білдіреді, ол 老实人, 善良的人 деп мағыналық сәйкестік тәсілімен аударылған. «Арыз», «тергеу» сияқты сөздер құқықтық термин ретінде 投诉, 告状, 审讯, 调查 деп беріліп, контекстік және тура аударма тәсілдері қолданылған. Ал тарихи заң атаулары – «Қасым ханның қасқа жолы», «Есім ханның ескі жолы», «Жеті жарғы» – 卡西姆汗法典, 叶西姆汗法典, 七部大法 түрінде транслитерация мен түсіндірмелі аударма арқылы берілген. «Жеребе» ұғымы қазақ қоғамындағы шешім қабылдау дәстүріне қатысты мәдени элемент, ол қытайша 抽签 деп функционалды тәсілмен аударылған.

Ал енді Абайдың төртінші қара сөзіне келсек, мұндағы мәдени сөздер: Ғафил – Араб тілінен келген мағынасы бейқам. Қазақ дүниетанымында діни-әдеби реңкі бар. «Ғафил болма» – исламдық этикада жиі айтылатын ескерту. Антурғандық – Түркі сөздік қорынан, бірақ Абайда ерекше мәдени-экспрессивті реңкі бар. Құдай қарғаған, сұмдық іс, надандық, түбегейлі жамандық. Ахирет – Қазақтың діни дүниетанымындағы екі әлем: бұл өмір мен о дүниені айқындайтын ұғымдар. Харекет – Ислам философиясында да қолданылған, дәстүрлі мәдениетте «әрекет, іс-қимыл» мағынасында, бірақ моральдық реңкі бар. Ғибрат – Діни-әдеби ұғым: сабақ алу, өнеге көру. Қазақ мәдениетінде исламдық дүниетанымнан енген. Құдай жаратқан – Діни-мәдени тіркес, дүниенің жаратылысын, құдайға сенімді көрсетеді. Көңіл, жүрек, көкірек – Қазақ дүниетанымында рухани-адамгершілік орталықтарды білдіретін мәдени семантикалық концепттер. Адам баласы жылап туады, кейіп өледі– Мақал-

мәтелге ұқсас ұлттық философиялық пайым. Мақтану, мақтан – Қазақ мәдениетінде теріс қылық ретінде жиі айтылатын құндылықтық категория. Құлық саумақ, көз сүзіп, тіленіп, адам саумақ – Қазақ тұрмыс-тіршілігі мен қоғамына тән тіркестер. Әсіресе «адам саумақ» – өзгеге жүк болу, масылдық. Еңбек қылсаң, қара жер де береді – Қазақтың дәстүрлі шаруашылық мәдениетін, еңбекке сенуді білдіретін тіркес. «Қара жер» – халықтық дүниетанымда ырыздық беруші табиғат. Құдайға сыйынып – Ислам мәдениетімен тығыз байланысты діни лексема. Енді олардың аударма тәсілдеріне келсек. Ғафил – 漫不经心、无视后果的人. Аударма тәсілі: Сипаттамалы аударма (концептіні түсіндіріп берген). Ахирет – 后世, аударма тәсілі: Тікелей балама (исламдық терминді Қытай мәдениетінде бар «кейінгі дүние» сөзімен алмастырған). Харекет – 举措 / 行动, аударма тәсілі: Жалпылама эквивалент (қазақ тіліндегі діни-этикалық реңкі бар «харекетті» қытайдың бейтарап «әрекет» сөзіне айналдырған). Антұрғандық – 懦弱的表现, аударма тәсілі: Интерпретациялық аударма (мағынасын «қорқақтық, әлсіздік» деп жұмсартып берген). Ғибрат – 效仿 / 值得效仿的楷模, аударма тәсілі: Мәдени балама + түсіндірме (моральдық тәлім мағынасын үлгі тұту сөзімен жеткізген). Құдай жаратқан – 真主的护佑, аударма тәсілі: мәдени адаптация. Көңіл, жүрек, көкірек – 肺腑 / 真心, аударма тәсілі: Бейнелі алмастыру. Құлық саумақ, көз сүзіп, тіленіп, адам саумақ – 诡计多端, 招摇撞骗, 摇尾乞怜, аударма тәсілі: Эквиваленттік-экспрессивтік аударма (қазақтың тұрақты тіркестерін қытай мақал-мәтелдік стильге жақын тіркестермен берген). Мақтан, мақтану – 炫耀, аударма тәсілі: Мағыналық эквивалент. Еңбек қылсаң, қара жер де береді – 大地决不会辜负...劳动的人, аударма тәсілі: Бейнелі мағыналық аударма. Бай сөзі Қазақ қоғамындағы әлеуметтік-экономикалық тап өкілі, яғни мал-мүлкі мол, шаруасы кең, ел ішінде ықпалды билігі бар адам. Сондықтан бұл сөз тек материалдық емес, мәдени және әлеуметтік реңкке ие. Қытай тілінде 巴依 деп аударылады, бұл транслитерациялық мәдени сәйкестендіру әдісі. Аудармашы “бай” сөзін тікелей мағынасымен “富人 (бай адам)” деп аудармай, түркі-мұсылман мәдени кеңістігінде бар “巴依 (bā yī)” сөзін қолданған. Бұл тәсіл түпнұсқаның мәдени реңкін сақтайды.

Қазақтың ұлы ақыны Абай Құнанбайұлының шығармаларын, соның ішінде қара сөздерін қытай тіліне аударылуы бұл тек тілдік қана емес, мәдени және когнитивтік деңгейдегі күрделі үдеріс екені анықталады. Зерттеу барысында мәдени лексемалар мен ұлттық-ерекшелік ұғымдарды жеткізуде аудармашы әртүрлі стратегияларды қолданатыны байқалды: семантикалық және коммуникативтік аударма тәсілдері, функционалды балама және адаптация әдістері жиі қолданылады. Әкбар Мәжит мырзаның аудармаларында аудармашының басты мақсаты – түпнұсқаның мағынасын дәл жеткізу және

қытай оқырманына түсінікті ету арасындағы тепе-теңдікті сақтау болған. Осы тұрғыдан алғанда, Абай мәтіндерін қытай тіліне аудару барысында **мағыналық** үйлесімді қолданылуы басым екені анықталды. Жалпы алғанда, мәдени реалийлерді аудару – ең күрделі сала. Себебі әр мәдениет өзіне тән ұғымдар жүйесіне ие. Сондықтан Абай шығармаларын басқа тілге, соның ішінде қытай тіліне аудару кезінде аудармашының мәдени құзыреті, ұлттық таным ерекшелігін сезінуі шешуші рөл атқарады. Бұл зерттеу нәтижелері қазақ және қытай тілдік-мәдени кеңістігінің өзара байланысын, сондай-ақ Абай мұрасының әлемдік деңгейде қабылдану ерекшеліктерін түсінуге мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер

1 Mohamed Sidi M.S.M. Functionalist Approaches of Translation // International Journal of Research Publication and Reviews. – 2023. – Vol. 4, № 4. – P. 1240-1245.

2 Boaheng I. The Functionalist Approach to Translation and its Application to Translation Management // Journal of Mother-Tongue Biblical Hermeneutics and Theology (MOTBIT). – 2025. – Vol. 7, № 1. – P. 16-31.

3 Blum H., Schögler R. Y. Translating Erich Prunč // John Benjamins e-Platform. – Published online: 06.09.2024. – P. 253-276.

4 Wang G., Xin Y. An Analytical Framework for Corpus-Based Translation Studies // Humanities and Social Sciences Communications. – 2024. – Vol. 11. – Article № 1709. DOI: 10.1057/s41599-024-04250-4.

5 Hong W., Rossi C. The Cognitive Turn in Metaphor Translation Studies: A Critical Overview // Journal of Translation Studies. – 2021. – Vol. 5, № 2. – P. 83-115.

6 Абайдың өмірбаяны мен шығармашылығы туралы түпнұсқа қолжазбалар (Қазақстан Республикасы Мемлекеттік орталық музейі қорынан). Ғылыми-инвентарлық каталог. 1-кітап. – Алматы: Интеллсервис, 2020. – 436, 443, 446, 448 б.

7 阿拜箴言录: 汉、哈对照 / 粟周熊, 艾克拜尔·米吉提 (ауд.). – 北京: 民族出版社, 1995. – 1, 3, 5, 9 页.

ГРНТИ 02.41

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК СУБЪЕКТ МОРАЛИ

Д. Ибраев, А. Байсаров

*Студенты, Казахский агротехнический исследовательский университет имени
С. Сейфуллина, г. Астана*

М.К. Какимжанова

*Преподаватель, Казахский агротехнический исследовательский университет имени
С. Сейфуллина, г. Астана*

Статья посвящена философскому анализу вопроса о том, имеет ли смысл рассматривать искусственный интеллект (ИИ) как субъект морали. Рассматриваются основные критерии морального субъекта – сознание, свобода воли, интенциональность и ответственность. Приводятся аргументы “за” и “против” такого подхода и делается вывод, что современный ИИ следует понимать как инструмент, реализующий этические правила, но не как носителя моральной ответственности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, этика, сознания, философия.

Развитие технологий поставило перед философией новую проблему – отношение между моралью и искусственным интеллектом. Если машины способны принимать решения, влияющие на жизни людей, можно ли считать их моральными агентами? Философия традиционно считает субъектом морали того, кто осознаёт значение своих поступков, способен понимать нормы и нести ответственность за их нарушение. Современный ИИ демонстрирует определенную автономность, но не обладает самосознанием и внутренним моральным опытом, что ставит под сомнение его моральный статус.

Понятие морального субъекта.

В этике моральным субъектом считается тот, кто осознанно способен выбирать между добром и злом. Такой субъект должен иметь разум, волю и способность к рефлексии. Именно эти качества позволяют человеку нести ответственность за действия. Для ИИ такие свойства нехарактерны – его решения зависят от заданного алгоритма и обучающих данных, а не от моральных убеждений.

Аргументы в пользу признания ИИ моральным агентом.

Некоторые исследователи считают, что ИИ можно рассматривать как морального агента в функциональном смысле. Он способен действовать по

заданным этическим правилам, принимать решения в рамках определённых ценностей и учитывать последствия своих действий для людей. Например, в автономных транспортных системах или медицинских программах алгоритмы реагируют на моральные ситуации, где важно сохранить жизнь и минимизировать вред. В этом смысле ИИ можно назвать “функциональным моральным агентом”.

Аргументы против.

Отсутствие сознания и эмоций не позволяет приравнять машину к человеку. ИИ не понимает значения добра и зла, не испытывает угрызений совести и не способен на эмпатию. Даже если его решения могут выглядеть моральными, это результат программирования, а не внутреннего выбора. Кроме того, возникает опасность переложить ответственность с разработчиков на технологию, что противоречит принципам этики.

Проблема ответственности.

Современные дискуссии вокруг “разрыва ответственности” указывают, что в сложных системах трудно определить, кто виновен в ошибках ИИ – разработчик, оператор или сама машина. Философы предлагают вводить понятие распределённой ответственности, где участвуют все участники цикла создания и использования технологии. Такой подход позволяет избежать моральных парадоксов и укрепить контроль над технологиями.

Этика в проектировании ИИ.

В современной практике особое внимание уделяется так называемому этичному дизайну. Создатели программ включают в алгоритмы принципы безопасности, справедливости и прозрачности. Таким образом, ИИ выполняет этические функции, но сам не становится моральным существом. Он все еще остается инструментом, который отражает моральные ценности тех, кто его создает.

Философские последствия.

Обсуждение морального статуса ИИ заставляет по-новому взглянуть на само понятие человека. Если машины могут выполнять интеллектуальные задачи, значит ли это, что человеческая уникальность исчезает? Философия указывает, что особенность человека заключается в моральной свободе и способности к духовным переживаниям. Именно это отличает нас от любых искусственных систем.

Заключение.

Искусственный интеллект все же не может быть субъектом морали в полном смысле этого слова. Он может следовать этическим алгоритмам и выполнять моральные действия, но не способен понимать их внутренний смысл и нести ответственность. ИИ следует рассматривать как инструмент, созданный для реализации человеческих ценностей. Моральная ответственность всегда остаётся за человеком – разработчиком, оператором или обществом в целом. Задача философии и этики – сделать так, чтобы развитие технологий служило человеческому благу, а не заменяло человеческую мораль.

Литература

- 1 Сёрл Дж. Умы, мозги и программы. (Перевод статьи 1980 г.; доступна в русских сборниках по философии сознания.)
- 2 Мур Дж.Х. Природа, важность и трудности машинной этики.
- 3 Уоллах В., Аллен К. Моральные машины: как научить роботов отличать добро от зла. (Рус. перевод существует в виде обзоров).
- 4 Флориди Л., Сандерс Дж. О моральности искусственных агентов.
- 5 Бостром Н. Сверхразум: пути, опасности, стратегии.
- 6 Рассел С. Совместимый с человеком. ИИ и проблема управления. (Официальный рус. перевод.).
- 7 Маттиас А. Разрыв ответственности.

ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ
ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
NATURAL SCIENCE

ҒТАМР 31.15.35

КАЛЬЦИЙ КАРБОНАТЫ НЕГІЗІНДЕГІ БИОСОРБЕНТТІҢ АУЫР МЕТАЛЛ ИОНДАРЫН СУЛЫ ЕРІТІНДІЛЕРДЕН ЖОЮ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

А.С. Хамидуллина, Б.М. Кусаинова

М. Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан университеті, Орал қ.

Ауыр металдар (Pb^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} және т.б.) су көздерінің ең қауіпті ластанушылары болып табылады. Суда еріген ауыр металдар адам ағзасына қоректік тізбек арқылы немесе ауыз суын тұтыну арқылы түседі. Әрбір элемент белгілі бір мүшеде (бауыр, бүйрек, сүйек тіндері және т.б.) жиналып, оның қызметін бұзады және уытты әсері ұзақ уақыт бойы сақталады. Сондықтан ағзада ауыр металл иондарының шамадан тыс жиналуын болдырмау өте маңызды. Дәстүрлі тазарту әдістері қымбат реагенттерді қажет етеді және қосымша қалдық түзетіндіктен, арзан әрі экологиялық таза табиғи шикізат көздерінен алынған сорбенттерді пайдалану ерекше маңызға ие. Жұмыртқа қабығы – тұрмыстық қалдықтардың кең таралған түрі, оның құрамы негізінен кальций карбонатынан тұрады (~95%). Бұл оны ауыр металдарды байланыстыруға қабілетті тиімді сорбент етеді. Табиғи және модификацияланған жұмыртқа қабығын пайдалану арзан және экологиялық тұрғыдан қауіпсіз сорбент жасауға, ауылдық жерлердегі жерасты суларын тазарту үшін оны қолжетімді технология ретінде ұсынуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: суды тазарту, ауыр металл иондары, сорбция, биосорбент, кальций карбонаты, биоыдырағыш.

Қазіргі әлемдік өнеркәсіптік даму қоршаған ортаға, әсіресе гидросфераға әсер етпей қоймады. Су ресурстары пайдаланылмайтын және су қабаты ластанбаған адам қызметінің бірде-бір саласы жоқ. Су – тіршілік көзі және жер шарындағы ең құнды ресурстардың бірі, әсіресе тұщы су, оның үлесіне дүние жүзіндегі жалпы қордың 2,53 %-ы тиеді. Осы көрсеткіштен тұтынуға жарамды су қоры шектеулі екенін, таза су ресурстарын сақтау және оларды үнемді пайдалану өзекті мәселе екенін көруге болады [1].

Көптеген зерттеу нәтижелеріне сүйенсек, ауыр металдардың ағзада жиналуы бауыр, бүйрек аурулары, гемолиз, бедеулік және құрысу секілді аурулар тудырады. Дамушы елдерде әйелдер мен сәбилердің ауруларының негізгі себебі ластанған суларды ішумен байланысты [2] еңбекте дүние жүзінде

күн сайын судың ластануынан 14000 өлім болатыны айтылған. Осы себепті суды тазартудың жана әдістерін әзірлеу өте өзекті мәселе саналады. Көптеген тұщы су көздерінен алынатын су адам тұтынуына жарамсыз, өйткені ол су сапасының белгілі бір стандарттарына сәйкес келмесе, ауруларды таратуы немесе денсаулыққа ұзақ мерзімді мәселелерді тудыруы мүмкін. Адам денсаулығына қауіп төндірмейтін және қазіргі сапа стандарттарының талаптарына сәйкес келетін су ауыз су деп аталады. Судың санитарлық-эпидемиологиялық нормаларға сай болуын қамтамасыз ету үшін су тазарту қондырғыларын пайдалана отырып, тазартылады немесе ресми түрде «дайындалады» [3].

Экологиялық қауіпсіздік бүкіләлемдік қауіпсіздік үшін маңызды болғандықтан, Қазақстан үшін де өзекті болып табылады. Осыған байланысты Қазақстанның негізгі су бассейндерінің трансшекаралық ағын сулардан да, өнеркәсіптік, ауылшаруашылық және тұрмыстық сарқынды суларды ағызудан да жалғасып келе жатқан антропогендік ластануы үлкен мәселе туғызады. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының (ДДСҰ) мәліметтері бойынша 2019 жылы әлем халқының үштен бірі қауіпсіз ауыз суға қол жеткізе алмады. Сондықтан судың химиялық құрамы мен өзендердің сапасын анықтау қоғам үшін де, экожүйе үшін де маңызды. Жаһандық жылынудан туындаған мұздықтардың еруі де судың химиялық құрамына және өзендердегі ауыр металдармен ластану деңгейіне айтарлықтай әсер етті [4-5]. Бірқатар зерттеушілер әдетте, ауыр металдарды пайдаланатын өнеркәсіптік өндіріс табиғи және жасанды су қоймалары мен су жолдарының ластануын арттыратынын атап өтеді. Осыған байланысты өзендер мен су қоймаларын және рұқсат етілген сарқынды су жүктемелерін өздігінен тазарту мәселелері өзекті болып отыр [6].

Ауыр металдар қоршаған ортаға жел эрозиясы, орман өрттері, жанартаулардың атқылауы, биогендік процестер және теңіз тұзының бөлінуі сияқты процестер арқылы табиғи түрде шығарылуы мүмкін. Қоршаған ортаның ауыр металдармен антропогендік ластануы тау-кен жұмыстарын, тыңайтқыштарды, гербицидтерді және пестицидтерді пайдалану, сондай-ақ өнеркәсіптік сумен суару сияқты әртүрлі жолдардың әсерінен болуы мүмкін. Мысалы, сынап қоршаған ортаға хлор және күйдіргіш сода өндірісі, қағаз және целлюлоза консервілері, ауылшаруашылық қызметі және фармацевтикалық өндіріс нәтижесінде түседі, ал кадмий минералды тыңайтқыштар, көмір, топырақ және тау жыныстарында кеңінен таралған. Ол сондай-ақ аккумуляторларды, пигменттерді, тоқыма бұйымдарын және металл жабындарын өндіруде кеңінен қолданылады. Бұл әрекеттер қоршаған ортаның ауыр металдармен ластануына әкеледі [7].

Қазіргі заманғы суды тазарту әдістері суды ластаушы заттар мен микроорганизмдерден тазарту және оны тұтынуға қауіпсіз ету үшін әртүрлі технологиялар мен процестерді пайдаланады. Суды тазартудың ең кең таралған әдістеріне мыналар жатады:

1. Сүзу – ең көп тараған тазалау әдістерінің бірі. Судан әртүрлі ластаушы заттарды кетіретін көміртегі, кері осмос және ультрафилтрация сияқты сүзгілердің әртүрлі түрлері бар.

2. Залалсыздандыру – ультракүлгін сәуле, хлорлау және озондау сияқты әртүрлі дезинфекция әдістері судағы бактерияларды, вирустарды және басқа микроорганизмдерді жою үшін қолданылады.

3. Тұндыру – химиялық реагенттер мен флокулянттарды қолдану арқылы суды ластайтын қатты бөлшектерді ұстайтын тұнба түзілуі мүмкін. Бұл әдіс судағы суспензияны жояды.

4. Дистилляция процесі суды қайнағанша қыздыруды, содан кейін дистилденген суды алу үшін буды конденсациялауды қамтиды. Бұл әдіс судан іс жүзінде барлық ластаушы заттар мен минералдарды жояды.

5. Мембраналық технологиялар – кері осмосты филтрация, ультра – филтрация, микрофилтрация сияқты микроорганизмдерді, вирустарды және судан ластаушы заттарды жою үшін қолданылады [8].

Адсорбция, ион алмасу және мембраналық технология физикалық әдістердің мысалы болып табылады. Ауыр металл иондарын жою үшін электрокинетика, химиялық тұндыру сияқты химиялық әдістер, сондай-ақ фиторемедиация және биокөмір сияқты биологиялық тәсілдер қолданылады. Ауыр металдарды жою үшін электрокоагуляция, электрофлотация сияқты электрохимиялық өңдеу әдістері қолданылады. Дегенмен, бұл әдістердің белгілі бір шектеулері бар екенін атап өткен жөн, мысалы, мембраналық технология қымбат болуы мүмкін, кейбір химиялық әдістер айтарлықтай мөлшерде тұнбаның пайда болуына әкеледі, ал фиторемедиация мұқият бақылауды қажет етеді. Ал адсорбциялық әдіс пен табиғи ион алмастырғыштың қолжетімділігі, тиімділігі және шлам түзілмеуі сияқты артықшылықтары бар [9].

Адсорбция улы металдарды жою үшін ағынды суларды тазартудың ең тиімді және назар аударарлық әдісі болып табылады. Бұл процесте улы металдар/ластағыштар физикалық немесе химиялық жолмен адсорбенттің бетіне тасымалданады. Адсорбция процесі пайдалану құны төмен және дәстүрлі әдістермен салыстырғанда улы металдан тазарту барысында ластану деңгейі төмен. Адсорбциялық әдістерде сорбенттерді қалпына келтіруге және тиімді жою үшін бірнеше рет қайта пайдалануға болады, сондықтан олар экологиялық таза әдіс ретінде қарастырылады. Адсорбенттерді таңдау үшін қажетті негізгі сипаттамаларға экономикалық тиімділік, бетінің жоғары ауданы, кеуектердің көлемі, адсорбция әдістерінің тиімділігін анықтайтын сорбенттің функционалдық тобының және полярлық сипаттамаларының болуы жатады. Адсорбция – екі фазаның шекарасындағы еріген заттың концентрациясының өздігінен жоғарылау процесі. Адсорбция – сорбцияның ерекше жағдайы, адсорбцияның кері процесі – десорбция деп аталады. Адсорбент пен адсорбат арасында екі түрлі күш бар: физикалық және химиялық. Физикалық күштер әлсіз, адсорбцияланған молекулалар адсорбентке кез келген нүктеде қосыла алады; яғни физикалық күштер табиғаты спецификалық емес. Химиялық адсорбцияның табиғаты спецификалық, ал адсорбат адсорбентпен коваленттік

немесе электростатикалық байланыстар арқылы байланысады. Физикалық адсорбция жағдайында ван-дер-Ваальс күштері, дисперсиялық әрекеттесулер және сутегі байланыстары әрекет етеді [10].

Ауыр металл иондарын сулы ерітінділерден жою үшін көптеген табиғи адсорбенттер синтезделген. Табиғи адсорбенттердің адсорбциялық тиімділігі 1-кестеде көрсетілген [11-16].

Кесте 1. Табиғи адсорбенттердің адсорбциялық сыйымдылығы.

№	Адсорбент	Металл ионы / Адсорбция сыйымдылығы
1	Лигнин	$Pb^{2+} = 1865$ мг/г; $Zn^{2+} = 95$ мг/г
2	Хитозан (ұнтақ)	$Cd^{2+} = 420$ мг/г
3	Хитозан (түйіршік)	$Cd^{2+} = 518$ мг/г
4	Қоңыр балдыр (теңіз балдыры)	$Cd^{2+} = 67$ мг/г
5	A. nodosum теңіз балдыры	$Cd^{2+} = 215$ мг/г
6	Формальдегидпен айқасқан A. nodosum теңіз балдыры	$Cd^{2+} = 149$ мг/г
7	Крахмал ксантаты	$Cd^{2+} = 33.3$ мг/г; $Cr^{2+} = 17.6$ мг/г; $Hg^{2+} = 1.15$ мг/г
8	Целлюлоза ксантаты	$Cd^{2+} = 19.9$ мг/г; $Cr^{2+} = 19.7$ мг/г; $Hg^{2+} = 0.64$ мг/г
9	Ксантатталған ағаш үгіндісі	$Cd^{2+} = 21.4$ мг/г; $Hg^{2+} = 30.1 \pm 40.1$ мг/г
10	Цеолиттер	$Pb^{2+} = 155.4$ мг/г; $Cd^{2+} = 84.3$ мг/г; $Cr^{3+} = 26.0$ мг/г; $Hg^{2+} = 150.4$ мг/г

Жұмыртқа қабығы негізінен **кальций карбонатынан ($CaCO_3$)** тұрады, сонымен қатар құрамында **магний, фосфор, ақуыздық матрица** және аз мөлшерде **органикалық заттар** бар. Бұл құрам ауыр металл иондарын байланыстыруға қолайлы реактивті бет түзеді. Жұмыртқа қабығы микрокеуекті, кедір-бұдырлы беті бар, беттік ауданы жоғары (жылумен өңделсе), бұл металл иондары мен органикалық ластағыштардың адсорбциясын күшейтеді. Жұмыртқа қабығының адсорбциялық белсенділігі **ион алмасу, электростатикалық тартылыс** механизмдері арқылы жүзеге асады. Оны сорбент ретінде қолдану артықшылықтары:

- тегін немесе өте арзан шикізат (тұрмыстық қалдықтардан алынады);
- экологиялық таза және биоыдырайтын;
- химиялық тұрақты және қайта қолдануға болады;
- көптеген ауыр металл иондарын (Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{3+}) тиімді сіңіреді.

[10, 17, 18, 19] еңбектерінде жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша жұмыртқа қабығының сорбент ретіндегі сыйымдылығын төмендегі 2-кестеден көруге болады.

Кесте 2. Жұмыртқа қабығы негізіндегі биосорбенттің сыйымдылығы.

Металл ионы	Адсорбция сыйымдылығы (мг/г)	Шарттар
Pb ²⁺	150–300 мг/г	pH 5–6, 25 °C
Cd ²⁺	100–180 мг/г	pH 6, 30 °C
Cu ²⁺	80–150 мг/г	кальцинацияланған қабық
Cr ⁶⁺	70–120 мг/г	активтелген қабық

Жұмыртқа қабығы ағынды сулардан ауыр металдарды тазарту үшін көптеген зерттеулерде қолданылған [20-22]. Жұмыртқа қабығының сулы ерітінділерден ауыр металдарды жоюдағы тиімділігі концентрация, сорбенттің бөлшектерінің өлшемі және температура сияқты әртүрлі факторларға байланысты [23].

Жоғарыдағы кестелік мәліметтерді салыстыра отырып, жұмыртқа қабығы кейбір табиғи сорбенттерге қарағанда ауыр металл иондарын адсорбциялауда жоғары әлеуеті бар табиғи биосорбент деп айтуға болады. Табиғи, термиялық және химиялық модификацияланған жұмыртқа қабығы басқа дәстүрлі сорбенттерге қарағанда арзан, экологиялық таза, жоғары тиімді және әмбебап адсорбент болып табылады. Жұмыртқа қабығы тек ауыр металл иондарын (Pb²⁺, Cd²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Cr⁶⁺) ғана емес, сонымен қатар бояғыштар мен фосфаттарды да адсорбциялай алады. Ол ауыр металл иондарын жоюда жоғары адсорбциялық сыйымдылық көрсетеді және бұл оны қазіргі уақытта қалдық суларды тазарту саласында перспективалы биосорбент ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Осылайша зерттеу жұмысының өзектілігі табиғи және модификацияланған кальций карбонаты негізіндегі биосорбенттің сорбциялық қабілетін анықтау және сорбцияға әсер ететін факторларды жүйелеу, су ресурстарын ауыр металл иондарынан тазартуда қолжетімді сорбентті қолдануда практикалық ұсыныстар жасау болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер

- 1 Вертинский А.П. Современные методы очистки сточных вод: особенности применения и проблематика //Иновации и инвестиции. – 2019. – №. 1. – С. 175-182.
- 2 Owa F.W. Water pollution: sources, effects, control and management //International Letters of Natural Sciences. – 2014. – Vol. 8. – P. 1-6.
- 3 Азаматулы Е.М., Алибаевич М.С., Кикучева А.Ж., Толегенов Д.Т., Толегенова Д.Ж. Исследование состава солей тяжелых металлов в питьевой воде //Наука и техника Казахстана. – 2019. – №. 2. – С. 114-125.
- 4 Alimkulov S., Makhmudova L., Talipova E. K., Vaspakova G., Tigkas D., Isakan G. Response of the water level of the Balkash Lake to the distribution of meteorological and hydrological droughts under the conditions of climate change // Journal of Water and Climate Change. – 2024. – Vol. 15. – №. 7. – P. 3395-3408.
- 5 Sayat A., Lyazzat M., Elmira T., Gaukhar B., Gulsara M. Assessment of the impacts of climate change on drought intensity and frequency using SPI and SPEI

in the Southern Pre-Balkash region, Kazakhstan // *Watershed Ecology and Environment*. – 2025. – Vol. 7. – P. 11-22.

6 Mustafaev J., Kozykeeva A., Ryskulbekova L. Geocological assessment of pollutant transpiration in the catchment of the transboundary Ile River basin // *Hydrometeorology and Ecology*. – 2019. – Vol. 1. – P. 109-120.

7 Saxena G., Mulla S. I. Bioremediation of industrial waste for environmental safety. – Singapore: Springer. – 2020. – Vol. 2. – P. 357-387.

8 Аллабердиев А., Ходжанепесов Дж., Акмырадов Т., Аллануров Дж. Современные методы очистки воды // *Ceteris Paribus*. – 2024. – № 2. – С. 25-27.

9 Singh S., Kumar V., Dhanjal D. S., Parihar P., Ramamurthy P. C., Singh J. Phytoremediation technology for the removal of heavy metals and other contaminants from soil and water // In: *Bioremediation for Environmental Sustainability: Toxicity, Mechanisms of Contaminants Degradation, Detoxification and Challenges*. – Elsevier. – 2022. – P. 253-276.

10 Gupta A., Yadav K.K., Kumar V., Sharma G.K., Kumar S., Singh N., Kumar R. A review of adsorbents for heavy metal decontamination: Growing approach to wastewater treatment // *Materials*. – 2021. – Vol. 14. – №. 16. – P. 4702.

11 Srivastava S.K., Singh A.K., Sharma A. Studies on the uptake of lead and zinc by lignin obtained from black liquor – A paper industry waste material // *Environmental Technology*. – 1994. – Vol. 15. – P. 353-361.

12 Rorrer G.L., Hsien T.Y., Way J.D. Synthesis of porous-magnetic chitosan beads for removal of cadmium ions from wastewater // *Industrial & Engineering Chemistry Research*. – 1993. – Vol. 32. – P. 2170-2178.

13 Volesky B., Prasetyo I. Cadmium removal in a biosorption column // *Biotechnology and Bioengineering*. – 1994. – Vol. 43. – P. 1010-1015.

14 Holan Z.R., Volesky B., Prasetyo I. Biosorption of cadmium by biomass of marine algae // *Biotechnology and Bioengineering*. – 1993. – Vol. 41. – P. 819-825.

15 Bricka R.M., Hill D.O. Environmental Aspects of Stabilization and Solidification of Hazardous and Radioactive Wastes. Metal immobilization by solidification of hydroxide and xanthate sludges. – West Conshohocken, PA: ASTM International. – 1989.

16 Flynn C.M., Carnahan T.G., Lindstrom R.E. Adsorption of Heavy Metal Ions by Xanthated Sawdust. – Washington, DC: U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines. – 1979. – Vol. 8427.

17 Nguyen T.A., Doan H.D., Tran T.T. Eggshell-derived CaCO₃ adsorbent for cadmium and lead removal from aqueous solution // *Journal of Environmental Chemical Engineering*. – 2022. – Vol. 10. – №. 3. – P. 107-118.

18 Al-Ghouti M.A., Al-Absi R.S., Qiblawey H. Utilization of waste eggshells as low-cost adsorbents for heavy metals removal: A sustainable approach // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2023. – Vol. 30. – P. 51245-51258.

19 Zhang Y., Liu X., Wang J. Removal of hexavalent chromium from aqueous solution using thermally treated eggshell powder // *Environmental Technology & Innovation*. – 2020. – Vol. 19. – P. 10094.

20 Park H.J., Jeong S.W., Yang J.K., Kim B.G., Lee S.M. Removal of heavy metals using waste eggshell // *Journal of Environmental Sciences*. – 2007. – Vol. 19. – P. 1436-1441.

21 Flores-Cano J.V., Leyva-Ramos R., Mendoza-Barron J., Guerrero-Coronado R.M., Aragón-Piña A., Labrada-Delgado G.J. Sorption mechanism of Cd(II) from water solution onto chicken eggshell // *Applied Surface Science*. – 2013. – Vol. 276. – P. 682-690.

22 Setiawan B.D., Rizqi O., Brilianti N.F., Wasito H. Nanoporous of waste avian eggshell to reduce heavy metal and acidity in water // *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. – 2018. – Vol. 10. – P. 163-167.

23 Makuchowska-Fryc J. Use of the eggshells in removing heavy metals from waste water – the process kinetics and efficiency // *Ecological Chemistry and Engineering S*. – 2019. – Vol. 26. – P. 165-174.

ГРНТИ 34.31.15

ОЦЕНКА АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ

Ә.Ж. Серік

*Магистрант, Satbayev University (Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К. И. Сатпаева), г. Алматы*

Ж.М. Сулейменова

*Ассоц. профессор, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский
университет», г. Алматы*

Ж.Б. Досимова

*МНС, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет»,
г. Алматы*

В статье представлены результаты исследования по получению экстрактов из растительных пищевых отходов – кожуры апельсинов, виноградных выжимок, свекловой и томатной кожуры, и оценке их антиоксидантной активности. Целью являлась разработка простого и экологичного метода экстракции биоактивных соединений с сохранением их активности. Для определения антиоксидантных свойств применён метод DPPH. Показано, что экстракты из цитрусовых, томатов, и винограда обладают высокой антиоксидантной активностью, что позволяет рассматривать данные отходы как перспективное сырьё для получения натуральных антиоксидантов, используемых в пищевой и фармацевтической промышленности.

Ключевые слова: антиоксиданты, экстракция, кожура апельсинов, виноградные выжимки, кожура красной свекла, кожура томатов, DPPH, биоактивные соединения.

Введение.

В настоящее время в результате роста населения значительно увеличились объемы переработки растительного сырья. В процессе переработки образуется большое количество отходов и побочных продуктов – кожуры, зерна, экстракта, стеблей и других частей фруктов и овощей. Большая часть этих отходов не используется, выбрасывается или превращается в корм для животных. Однако они содержат большое количество биологически активных веществ и антиоксидантов, которые пользуются большим спросом в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности. С этой точки зрения

рациональное использование пищевых отходов, их переработка и получение ценных продуктов является одним из актуальных направлений современной биотехнологии [1, 2].

Антиоксиданты – это соединения, которые поддерживают окислительно-восстановительный баланс живого организма и нейтрализуют вредное воздействие свободных радикалов. Они играют важную роль в защите здоровья человека, поскольку подавляют окислительные процессы липидов, белков и ДНК. Введение в пищевые продукты природных антиоксидантов позволяет продлить срок хранения, повысить качество и пищевую ценность продуктов. По этой причине получение антиоксидантов из растительного сырья, включая пищевые отходы, в настоящее время имеет особое значение [3, 4].

Кожура фруктов и овощей является богатым источником фенольных соединений, флавоноидов, каротиноидов и органических кислот. Кожура цитрусовых богата гесперидином, нарингином, а также аскорбиновой кислотой и эфирными маслами. Поскольку эти соединения обладают высокой антиоксидантной и антимикробной активностью, возможность их использования в качестве натуральных добавок к пищевым и фармацевтическим продуктам широко изучается [5, 6].

Для выделения антиоксидантных соединений используются различные методы: традиционная водная или спиртовая мацерация; ультразвуковая и микроволновая экстракция; ферментативный гидролиз; экстракция разбавленным углекислым газом и др.

Однако их эффективность зависит от используемого растворителя, температуры, времени и конструктивных особенностей сырья. Многочисленные исследования показали, что 70% этиловый спирт является универсальным растворителем, который хорошо растворяет полярные и неполярные соединения [7, 8].

Одним из наиболее часто используемых методов для определения антиоксидантной активности является метод DPPH (2,2 – дифенил-1-пикрилгидразил). Его принцип основан на изменении фиолетового цвета раствора DPPH на светло-желтый из-за антиоксидантного действия. Степень уменьшения оптической плотности характеризует антиоксидантную способность образца [9, 10].

Актуальность работы определяется по нескольким направлениям. Во – первых, это шаг к решению экологической проблемы, так как за счет переработки пищевых отходов уменьшается объем мусора и снижается нагрузка на окружающую среду. Во-вторых, повторное использование отходов экономически выгодно, поскольку снижает производственные затраты и создает дополнительный источник дохода. В-третьих, натуральные антиоксиданты заменяют синтетические добавки, повышают безопасность пищевых продуктов и положительно влияют на здоровье потребителей [11, 12].

Цель исследования – разработка методов получения экстрактов из кожуры цитрусовых, виноградных выжимок, свеклы и томатов, а также оценка их антиоксидантной активности.

Задачи:

1. Отобрать оптимальный метод экстракции, обеспечивающий сохранность биоактивных соединений.
2. Получить экстракты и определить их антиоксидантную активность методом DPPH.
3. Сравнить активность экстрактов, полученных из различных видов растительного сырья.

Объекты исследования. В качестве объектов исследования использовались растительные остатки пищевого производства – кожура цитрусовых (апельсин), экстракты винограда, кожура свеклы и томата.

Апельсиновая цедра является побочным продуктом производства сока, содержит флавоноиды (гесперидин, нарингин), фенольные кислоты, пектин и витамин С.

Экстракты винограда – это остатки семян и кожуры, которые остаются после процесса производства вина и сока, являются источником ресвератрола, катехина и проантоцианидинов.

Свекольная шелуха – это отходы сахарной и овощерерабатывающей промышленности. Свекольные пигменты (беталаины и антоцианы) отличаются антиоксидантной активностью.

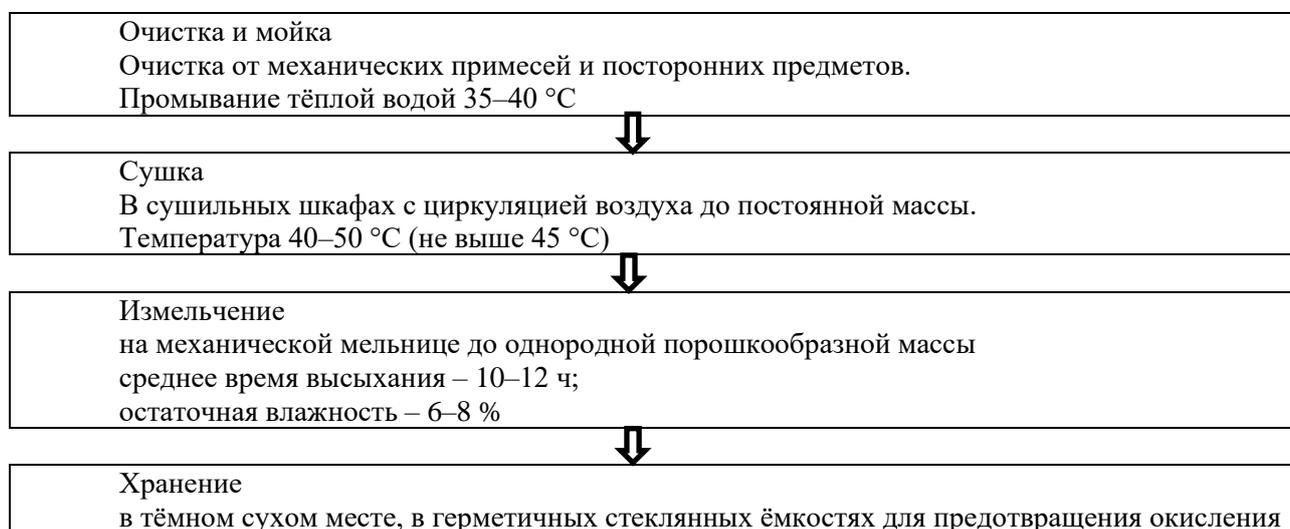
Томатная кожура – отходы, образующиеся при производстве томатной пасты и соков, содержит ликопин, β -каротин, токоферол и органические кислоты, что делает его особенно ценным как природный источник антиоксидантов.

Все исследованные отходы получены в свежесобранном виде от предприятий общественного питания и пищевой промышленности г. Алматы. Каждый вид сырья обрабатывался отдельно и готовился к исследованию.

Предварительная подготовка сырья.

Подготовительный этап перед экстракцией растительного сырья состоял из трех основных этапов: промывка, сушка и измельчение (показано на схеме 1).

Схема 1. Предварительная подготовка образцов.



Метод экстракции.

Для выделения антиоксидантов использовался метод этанольной мацерации. Этот метод является экологически безопасным и не требует специального оборудования и поэтому считается эффективным в лабораторных условиях.

Основные параметры экстракции:

- Количество сырья: 10 г. (в порошкообразном виде);
- Растворитель: 70% этиловый спирт (водно-спиртовая смесь увеличивает растворение антиоксидантов);
- Объем растворителя: 100 мл;
- Время экстракции: 24 часа;
- Температура: комнатная температура (25 ± 2 °С);
- Перемешивание: слегка взбивал каждые 2-3 часа.

Процесс экстракции проводился в темном месте, потому что под воздействием света некоторые антиоксиданты (особенно каротиноиды и флавоноиды) могут расщепляться.

Через 24 часа полученную суспензию фильтровали через фильтровальную бумагу и использовали для анализа в виде прозрачного экстракта.

При необходимости экстракты хранили в холодильнике при температуре +4 °С.

Метод определения антиоксидантной активности (метод DPPH).

Антиоксидантная активность экстрактов определялась по способности нейтрализовать радикал DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил). Этот метод позволяет количественно оценить, насколько эффективно антиоксиданты удаляют свободные радикалы.

Принцип метода. DPPH – это стабильный фиолетовый радикал азота. Если на него действует антиоксидант, он отдает электрон или атом водорода, превращая радикал в нейтральное соединение, в результате чего цвет раствора меняется на светло-желтый. Степень уменьшения оптической плотности указывает на величину антиоксидантной активности.

Порядок проведения анализа:

1. раствор DPPH готовили в 96% этаноле в концентрации 0,1 мМ (0,0394 г DPPH растворяют в 100 мл растворителя).
2. к каждому образцу добавляли 1 мл экстракта и 3 мл раствора DPPH и инкубировали при комнатной температуре в темном месте в течение 30 минут.
3. через 30 минут оптическую плотность растворов измеряли на спектрофотометре на длине волны 517 нм.
4. антиоксидантная активность (%) рассчитывалась по формуле:

$$I(\%) = (A_0 - A_s) / A_0 * 100,$$

здесь:

A_0 – оптическая плотность контрольного образца (без экстракции) раствора DPPH,

A_s – оптическая плотность исследуемого экстракта.

Все измерения были повторены три раза, и было получено среднее значение. Стандартное отклонение было в пределах $\pm 2-4\%$. Преимуществом этого метода является его простота, высокая чувствительность и отсутствие необходимости в сложных реагентах и оборудовании.

Обработка данных и оценка результатов.

Полученные экспериментальные данные обрабатывались с помощью программы Microsoft Excel. Процент ингибирования DPPH использовался для оценки относительной активности экстрактов. Кроме того, цвет и прозрачность каждого образца контролировались визуально, поскольку эти показатели тесно связаны с концентрацией содержащихся в них пигментов (флавоноидов, беталаинов, каротиноидов).

Использованное лабораторное оборудование и реагенты

- Лабораторный спектрофотометр (с возможностью измерения в диапазоне 517 нм);
- Электронные весы (измерение с точностью 0,0001 г);
- Термостат и сушильный шкаф (в диапазоне 40-50 °С);
- Фильтровальная бумага и стеклянная тара (для реакционных и консервационных целей);
- Химические реагенты: этиловый спирт (Ч. Д. А.), DPPH (Марка Sigma-Aldrich), дистиллированная вода.

Все эксперименты проводились в лаборатории кафедры ХИБИ *Satbayev University* и Инновационного центра технологии и качества пищевых продуктов, и лаборатории молочной продукции НАО «КазНАИУ».

Результаты и обсуждение.

Физические характеристики экстрактов. Внешний вид и цвет экстрактов, полученных в ходе исследования, зависели от природы содержащихся в них антиоксидантных пигментов.

– Экстракт апельсиновой цедры получен в виде прозрачного раствора светло-оранжевого цвета со слабым цитрусовым запахом. Насыщенность цвета показала наличие в составе флавоноидов и эфирных масел.

– Экстракт виноградного экстракта имел темно-пурпурно-коричневый цвет. Такой цвет доказывает обилие полифенолов, ресвератрола и проантоцианидинов.

– Экстракт коры свеклы имеет красновато-розовый цвет, что свидетельствует о том, что он богат беталаинами и антоцианами.

– Экстракт кожуры томатов имеет розово-красный цвет, иногда слегка красноватый оттенку, что объясняется наличием ликопина и β -каротина.

Все полученные экстракты были прозрачными, без осадка и имели однородную консистенцию, что доказывает, что процесс экстракции проводился правильно. Разница в цвете экстрактов зависит от химической природы содержащихся в них антиоксидантов и их способности растворяться в полярных растворителях.

Результаты определения антиоксидантной активности методом DPPH.

Антиоксидантная активность экстрактов определялась методом DPPH и оценивалась в процентах ингибирования (I%). Этот показатель характеризует способность антиоксидантов нейтрализовать свободные радикалы. В таблице 1 показано процентное ингибирование различных корок фруктов и овощей.

Таблица 1. Процент ингибирования DPPH в кожуре фруктов и овощей.

Тип сырья	Основные антиоксиданты	Ингибирование DPPH, %	Стандартное отклонение (\pm)
Апельсиновая корка	Флавоноиды, аскорбиновая кислота	82	3
Виноградная кожура	Ресвератрол, проантоцианидины	75	2
Свекольная кожура	Беталаины, антоцианы	58	4
кожура томата	Ликопин, β -каротин, токоферол	80	3

В целом все исследованные растительные остатки проявили выраженную антиоксидантную активность. Однако уровень активности варьировался в зависимости от химического состава сырья и природы антиоксидантов.

Относительная активность экстрактов. Экстракт апельсиновой цедры, показавших наибольшую активность (82%). Этот результат объясняется обилием в его составе гесперидина, нарингина, а также аскорбиновой кислоты. Флавоноиды цитрусовой кожуры эффективно нейтрализуют свободные радикалы в реакциях окисления и ингибируют окислительные процессы, образуя хелатные соединения с ионами металлов.

Экстракт томатной кожуры – также была показана высокая активность (80%). Это обусловлено действием содержащихся в ней каротиноидов (ликопина и β -каротина) и токоферола. Сопряженные двойные связи молекулы ликопина «захватывают» свободные радикалы, превращая их в нейтральные соединения. Это вещество активно в масляных растворах, ингибируя окисление липидов. Поэтому по антиоксидантным свойствам томатная кожура сопоставима с кожурой цитрусовых.

Экстракт виноградной кожуры и косточек – ресвератрол и проантоцианидины проявили умеренно высокую активность (75%). Помимо нейтрализации свободных радикалов, ресвератрол и проантоцианидины также ингибируют процессы ферментативного окисления, также эти соединения термостабильны, поэтому не теряют активности при экстракции.

Экстракт кожуры свеклы показал относительно низкий результат (58%). Это объясняется чувствительностью пигментов свеклы – беталаинов – к теплу и свету. Хотя антиоксидантная активность экстракта свеклы ниже, чем у других образцов, его природные красящие свойства и биологическая ценность высоки.

Полученные результаты согласуются с зарубежными и отечественными исследованиями. Например, Li S. (2023) показал, что способность экстракта кожуры цитрусовых нейтрализовать радикалы DPPH составляет 80–85%, что полностью согласуется с нашими результатами.

В ходе исследования Олас Б. (2018) сообщалось, что антиоксидантная активность виноградных экстрактов составляет приблизительно 70–76%, что близко к нашему показателю в 75%.

Пинелла Дж. (2022) оценили активность DPPH экстрактов кожуры томатов в 78-83%, что очень близко к нашим экспериментальным данным.

Равичандран К. (2020) сообщили, что экстракты свеклы проявили активность в диапазоне 55-60%, что также подтверждает наши данные.

Таким образом, результаты нашего исследования, согласующиеся с литературными данными, подтверждают обоснованность выбранных методик и надежность эксперимента.

Результаты исследования имеют практическое значение в области пищевых и биотехнологий. Экстракты с высокой антиоксидантной активностью могут быть использованы в различных направлениях.

– В пищевой промышленности можно использовать как натуральный антиоксидант и консервант для замедления окисления жиров, мясных и молочных продуктов;

– В производстве функциональных продуктов использовать для производства витаминно-минеральных и антиоксидантных добавок;

– В косметологии и фармацевтике в качестве натуральных компонентов, замедляющих старение кожи и оказывающих противовоспалительное действие;

– В области охраны окружающей среды для снижения нагрузки на окружающую среду за счет переработки отходов и внедрения принципов безотходных технологий.

Литература

1 Li, Y., Li, S., & Zhou, Z. (2024). Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Anticancer Activities of Citrus Peel Extracts. *Antioxidants*, 13(12), 1562. https://www.mdpi.com/2076-3921/13/12/1562?utm_source=chatgpt.com.

2 Suri, S., & Sharma, A. (2022). Current applications of citrus fruit processing waste. *Food & Bioproducts Processing.*, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502222000105?utm_source=chatgpt.com.

3 Munir, H., et al. (2024). Unveiling the Chemistry of Citrus Peel: Insights into Bioactive Compounds and Antioxidant Activities. *PMC*. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11172398/?utm_source=chatgpt.com.

4 Xin Zheng, Y., et al. (2024). Flavonoids analysis in citrus peels by UPLC-Q-TOF-MS and assessment of anti-inflammatory properties. *Journal of Chromatography*. https://academic.oup.com/ijfst/article/52/11/2362/7775871?utm_source=chatgpt.com&login=false.

5 Hu Y., et al. (2017). In vitro release and antioxidant activity of Satsuma mandarin peel extracts encapsulated in pectin nanoparticles. *International Journal of Food Science & Technology*, 52, 2362. DOI:10.1111/ijfs.13600.

6 Алёшина, М. В., & др. (2022). Использование растений с высокой антиоксидантной активностью (обзор). *Вестник Актюбинского технологического университета*, № х. (прим.) <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-3-19-25>.

7 Кажыгелдиева Л.К. (2025). Определение химического состава и антиоксидантной активности экстрактов облепихи и боярышника с использованием 70 % этанола. *Журнал Chemistry & Technology, NAURANRK*. https://journals.nauka-nanrk.kz/chemistry-technology/article/view/7049?utm_source=chatgpt.com.

8 Жумадильда Н.Б., Сапиева А.О., Гемеджиева Н.Г., Каржаубекова Ж.Ж., Габбасова А.М., Мадиева Ш.А., Султанова Н.А. (2023). Фенольные соединения надземной массы *Hedysarum songoricum* Bong и их антиоксидантная активность. *Фармация Казахстана*, 02-2023. https://pharmkaz.kz/2023/04/30/fenolnye-soedineniya-nadzemnoj-massy-hedysarum-songoricum-bong-i-ix-antioksidantnaya-aktivnost/?utm_source=chatgpt.com.

9 Alibekov R. (2022). Study of the polyphenols content in the various apples sorts of the Kazakhstan selection. *Известия НАН РК. Серия Химии и Технологии*, (2). https://journals.nauka-nanrk.kz/chemistry-technology/article/view/3116?utm_source=chatgpt.com.

10 Леонтьева Н.В. (2024). Флавоноиды – природные антиоксиданты (обзор). *KazRosMed Journal*. <https://chatgpt.com/c/68ee277e-7534-8324-9888-2bb9738051eb>.

ҒТАМР 27.35.10

СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ҚАРАПАЙЫМ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ОПЕРАТОРЛАРДЫҢ ДҰРЫС ТАРЫЛЫМДАРЫНЫҢ СИПАТТАМАСЫ

М.Ж. Алиясқар

Магистрант, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ.

А. Шыныбеков

Ғылыми жетекші, ф.-м.ғ.к., доцент, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ.

Қазіргі математикалық физика мен қолданбалы талдау саласында сызықты емес дифференциалдық теңдеулер мен операторлар маңызды рөл атқарады. Мұндай операторлар көптеген табиғи және инженерлік процестерді сипаттайды – мысалы, сұйықтық динамикасы, жылу өткізгіштік, бейсызықты тербелістер және реакция-диффузия жүйелері. Сызықты емес операторлардың дұрыс тарылымы (дұрыс қоюлылығы, яғни *well-posedness*) шешімнің бар болуы, жалғыздығы және бастапқы деректерге үздіксіз тәуелділігі сияқты негізгі қасиеттермен анықталады (Ж. Адамар қағидасы бойынша).

Бұл жұмыста қарапайым сызықты емес дифференциалдық операторлар үшін дұрыс тарылым мәселесі талданады және нақты мысал ретінде келесі бейсызықты дифференциалдық теңдеу зерттеледі:

$$(y^3)'' + a(y^3)' + by^3 = f(x)$$

Мұндағы a, b – тұрақтылар, $f(x)$ – берілген функция.

Негізгі ұғымдар мен теориялық алғышарттар.

Сызықты емес оператор ұғымы.

Айталық, $L : D(L) \subset X \rightarrow Y$ – X, Y нормаланған кеңістіктерінде берілген оператор. Егер

$$L(\alpha u + \beta v) \neq \alpha L(u) + \beta L(v)$$

болса, онда L – сызықты емес оператор деп аталады.

Дұрыс тарылым (well-posedness).

Ж. Адамар анықтамасы бойынша, $L(u) = f$ операторлық теңдеуі дұрыс қойылған деп аталады, егер:

1. Шешім бар болса: $u \in D(L)$ бар;
2. Шешім бірімәнді болса;
3. Шешім берілген деректерге үздіксіз тәуелді болса, яғни

$$\|f_1 - f_2\|_Y \rightarrow 0 \Rightarrow \|u_1 - u_2\|_X \rightarrow 0$$

Сызықты емес операторлар үшін бұл шарттарды дәлелдеу көбіне монотондық, компакттылық немесе энергиялық әдістер арқылы жүргізіледі.

Сызықты емес оператордың мысалы
Берілген теңдеуді қарастырайық:

$$(y^3)'' + a(y^3)' + by^3 = f(x)$$

Оны операторлық түрде былай жазуға болады:

$$L(y) = (y^3)'' + a(y^3)' + by^3$$

Бұл оператор айқын түрде сызықты емес, себебі y^3 функциясы y^3 -ге қатысты бейсызықты.

Оператордың дұрыс тарылымын талдау.
Оператордың туындысы және монотондығы.
Айнымалыны түрлендіріп алайық:

$$z = y^3 \Rightarrow y = z^{\frac{1}{3}}$$

Сонда теңдеу келесі түрде жазылады:

$$z'' + az' + bz = f(x)$$

яғни z -ға қатысты сызықты дифференциалдық теңдеу алынады.
Бұл теңдеу үшін дұрыс қоюлылық классикалық түрде белгілі:
егер $f(x)$ үздіксіз болса және бастапқы шарттар

$$z(0) = z_0, z'(0) = z_1$$

берілсе, онда шешім $z(x)$ бар және бірімәнді.

Сәйкесінше, $y(x) = (z(x))^{\frac{1}{3}}$ арқылы $y(x)$ анықталады.

Мұнда $z(x)$ теріс мән қабылдауы мүмкін болғандықтан, y -ның нақты шешімдері тек $z(x) \geq 0$ облыстарда дұрыс анықталады. Бұл – дұрыс тарылымның локалдылығының шарты.

Үздіксіз тәуелділік.

f -тегі кішкене өзгеріс $f + \delta f$ кезінде z -дағы өзгеріс

$$\delta_z = L^{-1}(\delta f)$$

болып шығады, ал $y = z^{\frac{1}{3}}$ болғандықтан,

$$\delta y = \frac{1}{3z^{\frac{2}{3}}} \delta z$$

Яғни шешім үздіксіз тәуелді, егер $z(x)$ нөлден алыс болса. Демек, дұрыс қоюлылық шарттары:

$$z(x) \geq c_0 > 0 \text{ және } f(x) \in C^1[a, b]$$

түрінде жазылады.

Қорытынды.

Бұл жұмыста сызықты емес оператордың дұрыс тарылымы мысал арқылы зерттелді.

Талдау көрсеткендей:

1. $(y^3)'' + a(y^3)' + by^3 = f(x)$ теңдеуін айнымалыны алмастыру арқылы сызықтандыруға болады;
2. Алынған теңдеу классикалық мағынада дұрыс қойылған;
3. Алғашқы айнымалыға (y) оралғанда дұрыс қоюлылық локалды сипатқа ие, яғни шешімнің физикалық мағынасы $z(x) > 0$ болғанда ғана сақталады.

Бұл тәсіл бейсызықты операторлардың қасиеттерін зерттеудің бір тиімді жолы болып табылады және жалпылап айтқанда, бейсызықты есептерді сызықтандыру (линеаризация) әдістеріне негізделген.

Пайдаланылған әдебиеттер

- 1 Ладыженская О.А. Краевые задачи математической физики. – М.: Наука, 1988.
- 2 Эванс Л. Partial Differential Equations. – AMS, 2010.
- 3 Халилов Н.А. Нелинейные дифференциальные уравнения и операторные методы. – Алматы: ҚазҰУ, 2017.
- 4 Адамар Ж. Лекции по правильным задачам математической физики. – М.: ИЛ, 1953.

**ҚҰҚЫҚ ҚОРҒАУ, ӘСКЕРИ ІС ЖӘНЕ
ҚАУІПСІЗДІК САЛАЛАРЫ**

**ЮРИСПРУДЕНЦИЯ, ВОЕННОЕ ДЕЛО И
БЕЗОПАСНОСТЬ**

**LAW ENFORCEMENT, MILITARY AND
SECURITY**

ГРНТИ 10.13.45

К ВОПРОСУ О ЕВРОПЕЙСКОЙ МОДЕЛИ ВЫДАЧИ ЛИЦ (ЭКСТРАДИЦИИ), СОВЕРШИВШИХ ПРЕСТУПЛЕНИЕ

Б.Н. Калмухаметова

Академия правоохранительных органов при Генеральной прокуратуре Республики Казахстан, г. Косшы

В данной статье автор рассматривает опыт Европейского Союза и ряда государств Латинской Америки, бывших колоний европейских государств, по созданию Европейской (континентальной) модели выдачи лиц, совершивших преступление, которая представлена в виде Европейского ордера на арест. Автором отмечаются некоторые сложности в применении данного ордера. Однако при этом автором выделены положительные признаки ЕОА, которые способствуют повышению эффективности данного правового инструмента в борьбе с преступностью. Отмечаются правовые положения, которые могли бы быть полезными при их заимствовании Республикой Казахстан.

Ключевые слова: экстрадиция, евроордер, терроризм, правосудие, юрисдикция, сотрудничество.

Европейская (континентальная) модель выдачи лиц, совершивших преступление, представлена большинством стран континентальной Европы и Латинской Америки, бывшими колониями европейских государств. Для большинства стран, представителей европейской модели экстрадиции, свойственно то, что их собственное право (будь то специальный закон или отдельная норма УК, УПК) может выступать в качестве самостоятельного юридического основания выдачи преступников, при отсутствии договора.

Отличительной особенностью обладают представители европейской модели экстрадиции в вопросе понимания принципа *non bis in idem*. Это фундаментальный принцип уголовного права, означающий в соответствии с Международным пактом о гражданских и политических правах 1966 г. (п. 7 ст. 14), что никто не должен быть вторично судим или наказан за преступление, за которое он уже был окончательно осужден или оправдан.

Принятию Европейского ордера на арест (*далее ЕОА*) предшествовали две весьма противоположные тенденции, складывающиеся в правовом пространстве исследуемого региона. С одной стороны, в XX в. на волне гуманистических преобразований институт экстрадиции стремительно начал развиваться в направлении защиты прав человека [1, с. 211, 238, 242-243]. Один за другим

устанавливались новые препятствия на пути экстрадиции: риск несправедливого правосудия, факт назначения пожизненного лишения свободы и т.д. В результате к началу XXI в. значительно усложнилась выдача лиц, совершивших преступление, снизилась в целом и результативность применения данного института. Главная цель экстрадиции – борьба с преступностью – отошла на задний план.

Противоположная тенденция заключалась в упрощении экстрадиционных «процедур». Сначала это стало наблюдаться на региональном уровне. Например, правовая система стран Бенилюкса, действующая на основе Соглашения об экстрадиции и правовой помощи по уголовным делам 1962 г. (вступило в силу 11 декабря 1967 г.) устанавливает возможность выдачи фактически за любое преступление, независимо от степени его тяжести. В Бельгии, Нидерландах и Люксембурге минимальный срок наказания, служащий водоразделом между экстрадиционными и неэкстрадиционными преступлениями, установленный Европейской конвенцией в один год для уголовного преследования и 4 месяца лишения свободы для отбывания наказания, существенно снижен – до 6 и 3 месяцев соответственно. В результате между этими странами возросла эффективность института экстрадиции.

Само появление ЕОА напрямую связано с событиями 11 сентября 2001 года. Пережитое человечеством потрясение от произведенных террористических актов, унесших тысячи человеческих жертв, послужило «спусковым крючком» для поиска более действенных правовых механизмов в борьбе с терроризмом.

Существовавшая ранее, устоявшаяся процедура выдачи преступников допускала случаи, когда явные террористы отдельными государствами не выдавались по запросу другого государства, мотивируя свой отказ политическими мотивами преступления.

Введение европейского ордера на арест исключает вышеуказанную практику и приносит довольно ощутимые результаты.

Так, «в 2007 году по ордеру, выписанному судом Великобритании, удалось задержать Хусейна Османа, подозревавшегося в организации взрыва в Лондоне в 2005 году: с помощью ЕАО процедура передачи обвиняемого Италией в Великобританию была осуществлена в предельно короткие сроки. В то же время анализ статистических данных показывает, что ордер применяется гораздо шире – практически по всему списку тяжких преступлений. Против терроризма ордер используется главным образом в тех странах, где эта угроза традиционно выше, чем в других государствах-членах». [2]

Европейский ордер на арест, правовую основу которого составило принятое 13 июня 2002 г. Рамочное решение Европейского совета «О Европейском ордере на арест и процедурах передачи лиц между государствами-членами», был задуман для решения двуединой задачи.

Во-первых, он потребовался государствам-членам для того, чтобы ускорить процедуру передачи лиц, подозреваемых в совершении преступления, из одной страны в другую.

Во-вторых, с его помощью они хотели укрепить взаимодействие стран ЕС в уголовно-правовой сфере на основе «краеугольного камня» сотрудничества – взаимного признания решений национальных судов.

В отличие от конвенций и других соглашений, рамочные решения, как и другие акты Европейского Союза, в ратификации со стороны государств-членов не нуждаются, а должны в обязательном порядке быть инкорпорированы во внутреннее право всех стран, входящих в Союз.

В статье 1 Рамочного решения закреплено: «Европейский ордер на арест – это выданное государством-членом судебное решение в целях задержания и передачи другим государством-членом разыскиваемого лица для осуществления уголовного преследования либо для исполнения наказания или меры безопасности, связанных с лишением свободы» [3].

Как отмечает Н. А. Сафаров, «прежде всего обращает на себя внимание, что европейский ордер на арест выдается в форме судебного решения, т. е. акта, относящегося к предмету компетенции соответствующего судебного органа государства – участника Евросоюза, что свидетельствует о судебной, а не административной природе указанного акта, в отличие от ситуации с экстрадицией, когда окончательное решение по вопросу о выдаче лица принимается административной инстанцией. С другой стороны, приоритетная роль судебных органов в применении ЕОА существенно уменьшает влияние политических соображений в процессе рассмотрения вопроса об исполнении ордера на арест, переводя центр тяжести вопроса в плоскость судебного процесса взамен административных процедур» [4, с.93-111].

Основной идеей создания европейского ордера на арест была возможность автоматического признания решения о передаче некоего лица, принятого судебными органами одного государства, на территории всего Европейского союза.

Конкретные основания для выдачи европейского ордера на арест и круг лиц, которые могут быть его объектом, подразделяются в указанном решении на две категории:

- лица, в отношении которых уже вынесен обвинительный приговор (т. е. преступники);
- лица, в отношении которых выдан европейский ордер на арест в рамках процедуры уголовного преследования, т. е. еще до вынесения судом приговора (в том числе на этапе предварительного расследования).

Судебный орган исполняющего ордер государства-члена отказывает в исполнении европейского ордера на арест в следующих случаях:

1) если преступление, служащее основанием для выдачи европейского ордера на арест, подпадает под действие амнистии в исполняющем ордер государстве-члене – при условии, что последнее было вправе само проводить уголовное преследование данного преступления согласно собственному уголовному закону;

2) если исполняющий ордер судебный орган располагает информацией о том, что в отношении разыскиваемого лица каким-либо из государств-членов

был вынесен окончательный приговор за те же деяния – при условии, что, в случае осуждения лица, наказание уже было отбыто, находится в процессе исполнения или не может быть исполнено согласно законам государства-члена, вынесшего обвинительный приговор;

3) если согласно праву исполняющего ордера государства-члена лицо, ставшее объектом европейского ордера на арест, по причине своего возраста не может быть привлечено к уголовной ответственности за деяния, послужившие основанием для выдачи данного ордера.

Европейский ордер на арест, подобно своим аналогам во внутригосударственном праве, служит юридическим основанием для задержания подозреваемого, обвиняемого или преступника (если обвинительный приговор в отношении лица уже был вынесен и вступил в силу). При этом, в отличие от национальных ордеров, в данном случае речь идет о задержании «разыскиваемого лица» на территории других государств-членов Европейского Союза, где оно может оказаться (или скрываться) после совершения преступления.

Если место нахождения «разыскиваемого лица» неизвестно, то для его установления можно задействовать Шенгенскую информационную систему, а также Интерпол. Впоследствии «разыскиваемое лицо» подлежит передаче судебному органу, выдавшему на него ордер.

Для многих уголовных правонарушений, преимущественно тяжких и особо тяжких преступлений не применяется условие «о двойной преступности». Речь идет об условии, при котором противоправное общественно опасное деяние признавалось преступлением не только в государстве, выдавшем ордер на арест, но и в государстве, которое должно осуществить выдачу разыскиваемого лица.

Европейский ордер на арест внес существенные изменения в практику экстрадиции.

Во-первых, передача лица становится исключительно судебной процедурой.

Во-вторых, передача не предполагает соблюдения принципа «двойного вменения», что существенно отличает ее от процедуры выдачи. Для применения европейского ордера на арест не действует условие, согласно которому деяние должно рассматриваться как преступление по законодательству обоих государств.

В-третьих, в отличие от международных договоров Рамочное решение Европейского совета от 13.06.2002 «О Европейском ордере на арест и процедурах передачи лиц между государствами-членами» предусматривает ограниченный перечень оснований (императивных и факультативных) для отказа в исполнении европейского ордера на арест.

В-четвертых, передача лица не предполагает соблюдение правила «политического преступления».

В-пятых, существенные изменения претерпело правило невыдачи собственных граждан. Факт принадлежности лица к гражданству государства,

которому направлен ордер на арест, не рассматривается как императивное основание для отказа от его исполнения.

Наиболее отличительным элементом ЕОА является наличие в нем такого положения, как «согласие на свою передачу». Так, согласно ст.11 Рамочного решения, «когда разыскиваемое лицо задержано, судебный орган, уполномоченный исполнять ордер, информирует его в соответствии со своим национальным правом о существовании европейского ордера на арест и о содержании последнего, а также о том, что лицу предоставляется возможность *дать согласие на свою передачу* в руки судебного органа, выдавшего ордер» [3].

По смыслу данного правового акта согласие на свою передачу означает упрощенную, ускоренную процедуру выдачи, так как далее, в ст.17, предусматривающей сроки и процедуры принятия решения об исполнении европейского ордера на арест, сказано: «В случае, когда разыскиваемое лицо соглашается на свою передачу, окончательное решение об исполнении европейского ордера на арест должно быть принято в течение десяти дней после дачи указанного согласия. В остальных случаях окончательное решение об исполнении европейского ордера на арест должно быть принято в течение шестидесяти дней с момента задержания разыскиваемого лица» [3].

Подобная дифференциация процедуры выдачи в связи с согласием либо несогласием лица на его выдачу нам представляется вполне целесообразным, так как в случае согласия лица сроки выдачи существенно сокращаются.

Другой особенностью, заслуживающей внимания, на наш взгляд, является предусмотренная ст.19 Рамочного решения процедура заслушивания лица, подлежащего выдаче. Оно заключается в следующем:

1. Разыскиваемое лицо заслушивается судебным органом при содействии другого лица, назначаемого согласно праву государства-члена, в котором расположен запрашивающий суд.

2. Заслушивание разыскиваемого лица производится в соответствии с правом исполняющего ордер государства-члена на условиях, установленных по взаимному согласию выдавшего ордер судебного органа и судебного органа, исполняющего ордер.

3. Уполномоченный судебный орган, который исполняет ордер, может привлечь другой судебный орган своего государства-члена к участию в заслушивании разыскиваемого лица с целью обеспечить правильное применение настоящей статьи и установленных условий [3].

По нашему мнению, это довольно эффективная норма, позволяющая, во-первых, выдаваемому лицу в полном мере реализовать свое право на защиту, во-вторых, государству еще раз удостовериться в правильности принимаемого им решения и таким образом избежать ошибок.

Переход к ЕОА означал отказ во всех странах ЕС от применения территориальной юрисдикции при выдаче в пользу принципа взаимного признания судебных решений. Это дало основание исследователям заговорить о «настоящей смене парадигмы» судебного сотрудничества государств-членов и даже «революции» в данной сфере [5, p.109].

Однако опыт первых лет применения ЕОА показал, что «историю успеха» ордера омрачает низкий уровень доверия между государствами-членами, который необходим для реализации принципа взаимного признания судебных решений. Установлению доверия мешали различия национального уголовного и процедурного права, слишком сильные для того, чтобы безоговорочно признавать судебные решения. В результате национальные законодательства устанавливали всевозможные оговорки, дающие возможность не выдавать разыскиваемых по ордеру. Судьи стремились препятствовать исполнению ордера, если его положения не соответствовали национальным стандартам [2].

«С точки зрения имеющихся проблем в практике применения ЕОА или их отсутствия, страны ЕС условно можно разделить на три группы. Некоторые из них столкнулись с трудностями конституционного характера в применении ордера и вынуждены были изменить ряд положений национальных конституций. Другие государства согласились применять ордер, но внесли изменения в содержание имплементирующих законов для того, чтобы избежать противоречий с национальными системами. Наконец, третья группа стран начала применять ЕОА без каких-либо оговорок, тем самым, не предоставив Комиссии повода для негативных комментариев» [2].

В настоящее время многие склоняются к мысли о том, что ЕОА является важнейшим инструментом борьбы с преступностью на территории Европейского союза. Например, А. Р. Каюмова отмечает, что «опыт такой организации, как Европейский союз, чрезвычайно важен для построения эффективной системы антикриминальных мероприятий, поскольку интеграционные процессы именно в рамках данного образования позволяют говорить о создании единого «европейского пространства свободы, безопасности и правосудия». «Созданные в ЕС механизмы представляют весьма продвинутый уровень взаимодействия государств и могут служить моделью для других европейских государств и субрегиональных объединений» [6, с.46-52].

Таким образом мы приходим к заключению, что Рамочное решение о введении европейского ордера на арест представляет собою эффективную правовую модель консолидации множества государств по борьбе с преступностью. Более того, ЕОА может послужить примером для правотворчества иных конфедераций либо групп государств объединяющихся по различным основаниям.

Применительно в законодательства Республики Казахстан мы полагаем полезным опыт ЕОА в части:

– дифференциации процедуры выдачи в связи с согласием либо несогласием лица на его выдачу, так как в случае согласия лица сроки выдачи существенно сокращаются;

– заслушивания лица, подлежащего выдачи – это довольно эффективная норма, позволяющая, во-первых, выдаваемому лицу в полном мере реализовать свое право на защиту, во-вторых, государству еще раз удостовериться в правильности принимаемого им решения и таким образом избежания ошибок.

Литература

- 1 Международное уголовное право. М., 1999.
- 2 Потемкина О. Проблемы применения европейского ордера на арест государствами-членами ЕС \ <http://alleuropalux.org/?p=2523>.
- 3 Рамочное решение Совета от 13 июня 2002 г. о европейском ордере на арест и процедурах передачи лиц между государствами-членами.
- 4 Сафаров Н.А. Европейский ордер на арест в механизме правового регулирования по уголовным делам стран-членов Европейского Союза /Н. А. Сафаров // Правоведение. -2007. – № 1. – С. 93 – 111.
- 5 См., например: Peers S. Mutual Recognition and Criminal Law in the European Union: Has the Council got it Wrong? // Common Market Law Review, vol.41, No5, 2004. – P. 5; Sievers J. Too Different to Trust? First Experiences with the Application of the European Arrest Warrant / Guild E., Geyer F. (eds.) Security versus Justice? Police and Judicial Cooperation in the European Union. – Asgate, 2006. – P. 109.
- 6 Каюмова А.Р. Механизмы осуществления уголовной юрисдикции государствами ЕС в рамках формирования пространства свободы, безопасности и правосудия // Международное публичное и частное право. – 2005. – № 4. С.46-52.

ӨНЕРТАНУ САЛАЛАРЫ
ОТРАСЛИ ИСКУССТВОВЕДЕНИЯ
BRANCHES OF ART CRITICISM

ҒТАМР 18.91

ҰЛЫ ДАЛА МӘДЕНИЕТІНДЕГІ КҮЙ ӨНЕРІНІҢ ОРНЫ: ТӘТТІМБЕТ МҰРАСЫНЫҢ ТАРИХИ САБАҚТАСТЫҒЫ

Г.К. Жолдасова

*Тарих пәні мұғалімі, «Қазақ ұлттық өнер университеті» РММ
К. Байсейітова атындағы дарынды балаларға арналған мамандандырылған мектеп-интернат, Астана қ.*

М.С. Юсбекова

*ҚР Мәдениет саласының үздігі, педагог-шебер,
«Қазақ ұлттық өнер университеті» РММ,
К. Байсейітова атындағы дарынды балаларға арналған мамандандырылған мектеп-интернат, Астана қ.*

Бұл мақалада Ұлы дала мәдениетіндегі күй өнерінің тарихи орны мен оның қазақ қоғамының рухани дамуындағы рөлі қарастырылады. Автор Тәттімбет Қазанғапұлының шығармашылығын халықтың тарихи болмысын танытатын рухани мұра ретінде талдай отырып, оның Арқа күйшілік мектебіне қосқан үлесін, орындаушылық дәстүрдің кейінгі ұрпаққа берілу жолдарын және мұрасының қазіргі таңда маңызын айқындайды. Мақала оқушылардың ұлттық мәдениетке деген қызығушылығын арттыруға бағытталған.

Түйін сөздер: Тәттімбет, күй өнері, Ұлы дала мәдениеті, Арқа күйшілік мектебі, тарихи мұра, дәстүр жалғастығы, ұлттық музыка, рухани мұра, қазақ мәдениеті.

Кіріспе.

Қазақ халқының сан ғасырлық тарихында музыкалық мәдениет, әсіресе күй өнері, тек эстетикалық ләззат беретін құбылыс қана емес, сонымен бірге халықтың дүниетанымы мен рухани мұрасын бейнелейтін ерекше феномен ретінде қалыптасты. Әрбір күй – ұлттың өмір жолы, тартыстары мен қуанышы, жеңістері мен күйініштері, салт-дәстүрі мен аңсаған мұраттары жөнінде сыр шертетін шежіре. Өнер атаулының ішіндегі ең ықпалды, ең биік рухани құндылықтардың бірі – домбыраның қоңыр үні ғасырлар бойы халқымыздың жан серігіне айналып, елдің ауыз әдебиетімен бірге жыраулық дәстүрін толықтыра түсті.

Ұлы даланың сайын көшпелі мәдениеті күй өнерін тек музыкалық шығарма ретінде емес, ұлттың рухани кодын сақтаушы жүйе ретінде қалыптастырды. Қазақтың рухани болмысы мен тарихи дүниетанымын зерттейтін кез келген ғалым немесе өнертанушы үшін күй – уақыт бедерін сақтап

қалған тарихи дерек. Домбыраның қос ішегі арқылы жасалған музыкалық мұра халқымыздың қоғамдық өмірін, саяси оқиғаларын, тарихи кезеңдерін, әлеуметтік құрылымын сипаттайтын ерекше тіл – дыбыстық жылнама болды.

Осы тұрғыдан қарағанда, күйшілік мектептердің қалыптасуы мен дамуы қазақ мәдениетінің ірі кезеңдерін айқындайды. Әр аймақтың күйшілік дәстүрі өзіндік орындаушылық мәнер, философиялық мазмұн және көркемдік ерекшелікке ие. Олардың ішінде Арқа күйшілік мектебі ерекше орын алады. Арқаның кең даласында шырқалған терең философияға құрылған сыршыл күйлер ХІХ ғасырдағы ұлттық мәдениеттің дамуына зор үлес қосты.

Осы Арқа мектебінің біртуар тұлғасы, қазақтың ұлы күйші-композиторы – Тәттімбет Қазанғапұлы. Ол тек домбыраның табиғи мүмкіндігін шебер меңгерген орындаушы ғана емес, сонымен қатар ұлттық музыка тарихында ерекше ізі қалған композиторлық мектептің негізін қалаушы тұлға ретінде танылады. Тәттімбеттің шығармалары өзінің сұлу сазы, нәзік лирикасы, философиялық тереңдігімен ерекшеленеді. Оның күйлері халықтың өткен өмірі мен заманның тынысын айна-қатесіз көрсететін тарихи-мәдени дерек көзі болып табылады.

Бүгінгі таңда Тәттімбет мұрасының зерттелуі, насихатталуы және оны жас ұрпаққа жеткізу – қазақтың рухани тұтастығын, дәстүр сабақтастығын сақтау жолындағы маңызды іс. Ұлы дала мәдениетін бүгінгі өркениет кеңістігінде танытатын құндылықтардың бірі – дәл осы күй өнері. Сондықтан бұл мақалада біз күй өнерінің тарихи рөліне, оның қазақ мәдениетіндегі әлеуметтік маңызына, Тәттімбет күйлерінің рухани-эстетикалық құндылығына, сондай-ақ оның мұрасының сабақтастығына талдау жасаймыз.

Мақала оқушыларға тарих пен өнер сабақтастығын түсіндіруді көздейді. Себебі музыка – тарихи оқиғалар мен кезеңдерді танудағы аса күшті құрал. Күйді тыңдау арқылы жас буын халықтың рухани өрісін, дәстүрін, мінезін, өнерге деген көзқарасын сезіне алады. Домбыра тілімен сөйлейтін Тәттімбет күйлерін зерттеу – Қазақстанның мәдени тарихын зерттеумен тең.

Негізгі бөлім.

Қазақ халқының ғасырлар бойғы мәдени-рухани дүниесінің қалыптасуында күй өнері айрықша орын алған. Күй – ұлттың ішкі жан дүниесін, тұрмыс-тіршілігін, дүниетанымын, қуанышы мен мұңын, арман-ансарын жеткізетін терең ойлы музыкалық тіл. Дала кеңістігінде өмір сүрген қазақ халқы үшін музыкалық әуен тек көңіл көтеру құралы емес, елдің қоғамдық өмірінің айнасы, рухани мәдениеттің негізгі тіректерінің бірі болды. Әрбір күй – белгілі бір оқиғаның, тұлғаның немесе ұлт тағдырына әсер еткен тарихи құбылыстың көркем бейнесі. Осы себепті қазақ халқының күй мұрасы – халықтың өзіндік шежіресі, жазусыз тарихы, көне мәдениетінің мәңгілік қазынасы.

Ұлы дала мәдениетіндегі күй өнері тек музыкалық бағыт қана емес, өзіндік көркемдік ойлау жүйесі бар, терең философиялық мазмұнға ие өнер саласы. Күйді тудыратын да, оны тарататын да – халықтың өзінің рухани сұранысы мен өмір тәжірибесі. Қазақ даласындағы әр өңірдің музыкалық мектебі табиғи ортаға, тұрмысқа, тарихи жағдайларға байланысты қалыптасты. Батыста төкпе күйлер

кең қанат жайса, Арқа өңірінде шертпе стиль басым болды. Арқа күйлерінің нәзіктігі, сыршылдығы, терең психологиялық иірімдері сол аймақ халқының өмір салтымен, табиғатымен, мәдени дәстүрімен тығыз байланысты. Арқа күйшілігінің осы бір көркем дәстүрі XIX ғасырда ерекше дамып, бұрынғыдан да биік деңгейге көтерілді. Бұл мектептің ең жарқын өкілі – Тәттімбет Қазанғапұлы.

Тәттімбет – қазақ музыка мәдениетінің алып тұлғасы. Ол шертпе күйдің көркемдік мүмкіндіктерін терең меңгеріп қана қойған жоқ, оны жан-жақты дамытып, жаңа биіктерге көтерді. Оның күйлерінен қазақ қоғамының XIX ғасырдағы рухани өмірі, ішкі әлеуметтік жағдайы, адамдардың жеке тағдырлары мен көңіл күйі анық байқалады. Тәттімбет күйлері – бір жағынан нәзік әуенімен жүректі тербейтін лирикалық шығармалар болса, екінші жағынан тарихи оқиғалардың куәсі ретінде халықтың елдік санасын сақтайтын маңызды мәдени дереккөз.

Тәттімбеттің музыкалық мұрасын зерделеу арқылы біз сол дәуірдің қоғамдық өмірін, қазақ халқының дүниетанымын, салт-дәстүрін, тіпті психологиялық болмысын да тереңірек түсіне аламыз. Оның «Сарыжайлау» күйі – туған жердің әсем табиғатын, кең даланың көркін нәзік әуенмен суреттейтін философиялық шығарма. «Сылқылдақ» күйі – адамның көңіл-күйін әсем қимыл, жеңіл ырғақ арқылы жеткізсе, «Көкейкесті» – сол дәуір азаматтарының жанын мазалаған түйткілдердің көркем бейнесі, ел рухының ішкі арпалысын сипаттайтын терең мазмұнды туынды. Бұл күй қазақтың ұлттық болмысын, халықтың арман-аңсарын жүрекке жеткізетін шынайы рухани мұра болып саналады.

Тәттімбет күйлерінің ерекше сипаттарының бірі – оларда елдік мәселелердің көтерілуі. Қазақ қоғамы XIX ғасырда түрлі өзгерістерді бастан кешті: хандық билік жойылып, жаңа басқару жүйесі енгізілді, руаралық қатынастар жаңа сипат алды, ел ішіндегі әлеуметтік жіктелу күшейді. Осы тарихи процестер халықтың рухани өміріне де әсер етті. Сөйтіп күй өнерінің мазмұнында азаматтық үн, әділдікті іздеу, елдік мұратты қорғау секілді тақырыптар көрініс тапты. Тәттімбет те өз дәуірінің әлеуметтік мәселелерін күй тілімен жеткізді. Оның «Бестөре» күйі – ел ішіндегі теңсіздікті сынға алған шығарма, халықтың әділдікке деген талпынысын білдіретін музыкалық үндеу.

Тәттімбет орындаушы ретінде де, композитор ретінде де шертпе күйдің сырын ашып, оның көркемдік әлеуетін барынша кеңейтті. Ол домбыраның дыбыстық мүмкіндіктерін ерекше сезініп, шертпе дәстүріндегі дыбыс бояуларын, саздың мінезін, әуеннің иірімдерін дәл жеткізе білген. Тәттімбет тартқан күйлер жай естілмей, тыңдаушының жан дүниесіне терең әсер қалдыратын болған. Оның орындаушылық мектебін үйренген күйшілер орындау тәсілдерін ерекше қастерлеп, шеберлікпен жеткізген. Әсіресе оның күйлеріндегі «күйді сөйлету» тәсілі, психологиялық дәлдік пен музыкалық ойдың тереңдігі кейінгі ұрпаққа үлгі болып қалды.

Тәттімбеттен қалған мұраның бүгінге дейін жетуінің негізгі себебі – оның өнерін жалғастырған шәкірттердің болуы. Домбырада тартылатын шығармалар ауыздан ауызға берілетін дәстүрге тәуелді болды. Осы тұрғыдан алғанда,

Тәттімбет мектебінің сақталуы – қазақ өнерінің өміршеңдігінің көрінісі. Тәттімбет күйлерін Әлқуат, Сайдалы, Жағыпар, Мағауия сияқты көптеген күйші ұрпақ бергі заманға жеткізді. Бұл тұлғалар Тәттімбет стилін бұзбай, табиғи сақтай отырып, сонымен бірге оны байытып, жаңа орындау тәсілдерін қосты. Нәтижесінде Арқа күйшілік мектебі ұрпақ сабақтастығының тамаша үлгісіне айналды.

Арқа мектебі – қазақ музыка мәдениетіндегі ең күрделі, ең нәзік дәстүрдің бірі. Бұл мектепте күй тек әуен емес, ой. Күй мен ой, музыка мен философия тұтасып, адамның ішкі жан дүниесін ашатын көркем жүйе құрайды. Арқа күйлерінде асығыстық жоқ, шалттық жоқ; керісінше, байсалды ой, терең толғаныс, адам өмірінің күрделі сезімдері музыкалық тілмен бейнеленеді. Осы көркемдік дәстүрдің шыңына Тәттімбет шығармашылығы арқылы шыққан қазақ халқы шертпе күйді ұлттық руханияттың ең асыл қазынасы ретінде сақтап келеді.

Күй өнері әр уақытта халықпен бірге жасайды. Халықтың қуанышын да, қайғысын да, мұратын да күй жеткізеді. Бүгінгі таңда да Тәттімбет мұрасы – қазақ музыка өнерінің темірқазығы. Оның күйлері Қазақстанның музыка мектептерінде, колледждерінде, жоғары оқу орындарында міндетті түрде оқытылады. Кәсіби домбырашылар мен оркестрлер репертуарынан Тәттімбет күйлері ешқашан түскен емес. Бұл – оның өнерінің мәңгілігінің айғағы. Уақыт өзгерсе де, Тәттімбет күйлері өзінің эстетикалық құндылығын жоғалтпайды, керісінше, әр заманға жаңа мағынамен үндесіп, тыңдаушыға ерекше әсер етеді.

Оқушылар үшін Тәттімбет мұрасын меңгеру – тек музыкалық білім алу емес, ұлттық сана қалыптастырудың маңызды бөлігі. Тәттімбет күйлері арқылы жас буын қазақ халқының тарихын, мәдениетін, дүниетанымын, рухани құндылықтарын терең түсінеді. Әр күй – сабақ. Әр күй – тәрбие. Әр күй – тарих. Осы тұрғыдан алғанда, Тәттімбет шығармашылығы мектептегі тәрбие жұмысы, тарихи таным, ұлттық мәдениетті таныту бағыттарында ерекше маңызды.

Дала өркениетінің рухани дүниесі күй арқылы ұрпақтан ұрпаққа үзілмей жетіп отырады. Бұл – халқымыздың мәдени иммунитетінің мықтылығын көрсетеді. Күй өнері – қазақ болмысының алтын арқауы, ал Тәттімбет – сол дәстүрдің ең асыл шоқтығы. Оның мұрасы – Ұлы даланың үн өзіндей кең, терең, мәңгілік.

Тәттімбет мұрасының тереңдігін түсіну үшін, ең алдымен, сол дәуірдегі тарихи жағдайларды ескеру қажет. XIX ғасыр қазақ елі үшін саяси, экономикалық және мәдени тұрғыдан бетбұрысты кезең болды. Қазақ хандығының соңғы сарқыншақтары жойылып, Ресей империясының жаңа әкімшілік жүйесі енгізілді. Жер мәселесі, билік жүйесіндегі өзгерістер, руаралық қатынастардың әлсіреуі, ел ішіндегі әлеуметтік жіктелу – бәрі де халықтың рухани дүниесіне ықпал етті. осындай күрделі тарихи ортада туған шығармалардың көпшілігі заманның мұңын, елдің арманы мен қайғысын жеткізді. Күй өнерінің ішкі мазмұны да осы тарихи сын-қатерлерге жауап берді. Тәттімбет күйлерінің философиялық тереңдігінің бір себебі – оның осы өтпелі кезеңнің куәсі әрі қатысушысы болғандығы.

Тәттімбет Қазанғапұлы тек күйші емес, ел ішіндегі абыройлы тұлға, би, шешен, ел басқару ісіне араласқан қайраткер болғаны тарихи деректерде айтылады. Қоғамдық өмірге араласа жүріп, ол халықтың түрлі әлеуметтік топтарының мұң-мұқтажын жақсы білді. Қазақтың дәстүрлі билер институты әлсірей бастаған кезеңде Тәттімбет секілді зиялы азаматтар ел ішіндегі әділдікті сақтап қалуға тырысты. Оның бұл әрекеттері күйлерінің мазмұнына тікелей ықпал етті. Тәттімбет күйлеріндегі қайғы мен мұң, толғаныс пен арман – жеке адамның сезімі ғана емес, халықтың жанайқайы. Осы тұрғыдан алғанда, оның шығармалары қазақ қоғамындағы өзгерістерді музыка арқылы бейнелейтін тарихи құжат іспетті.

Тәттімбет күйлерінің құрылымына назар аударсақ, олардың әуендік өзегі адам эмоциясының түрлі қырын ашатынын байқаймыз. Арқа шертпе күйінде әуен бірден төгіліп кетпей, баяу дамиды, ойды тереңдетіп, тыңдаушыны ішкі сезімге жетелейді. Бұл күй тарту тәсілінің негізінде адамның жан дүниесін зерделеу, психологиялық иірімдерді жеткізу мақсаты жатыр. Тәттімбет осы мектептің шебері ретінде адамның рухани күйін музыкалық құралдар арқылы дәл беруде теңдесіз талант иесі болған. Оның күйлерінде бірде мұң, бірде сағыныш, бірде сәулелі үміт қатар өрілген. Әрбір әуеннің артында терең мазмұн, ой салатын көркем әлем бар.

Сондай-ақ Тәттімбет шығармашылығы қазақ халқының эстетикалық талғамының биіктігін көрсетеді. Күй – тек естілетін әуен емес, ол – көркем ойлау жүйесі, ұлттық дүниетанымның көрінісі. Қазақтың шертпе күйінде сөздің емес, дыбыстың көмегімен айтылған философия бар. Тәттімбет сол философияны өз дәуірінің рухани деңгейімен ұштастырып, қазақ мәдениетіне жаңа серпін берді. Оның күйлері халықтың сұлулық жөніндегі түсінігін қалыптастыруға, эстетикалық тәрбиесіне үлес қосты. Тәттімбет күйлерін тыңдаған адам дала сұлулығын, адамның жан дүниесіндегі үйлесімділікті, ұлттық рухтың нәзіктігі мен тереңдігін сезінеді. Бұл – оның өнерінің өміршеңдігінің басты себептерінің бірі.

Тәттімбет мұрасының тарихи сабақтастығын қарастырғанда, оның шығармаларының кейінгі ұрпақ күйшілеріне әсері өте зор екенін байқаймыз. Арқа күйшілік дәстүрін жалғастырған көптеген өнерпаздар Тәттімбеттің стилін негізге алып, оны әрі қарай дамытты. ХХ ғасырда бұл дәстүр М. Хамзин, Д.Әлиев, Ә. Бейісов сынды күй шеберлерінің орындауында жаңа деңгейге көтеріліп, кәсіби музыка сахналарына шықты. Тәттімбет мектебінің ғасырдан ғасырға үзілмей сақталуы – қазақтың музыкалық жадының беріктігінің, ұлт мәдениетінің қуатты өміршеңдігінің дәлелі. Күй өнерінің осындай үздіксіз дамуы арқылы халқымыз мәдениетін жоғалтпай, руханиятын тереңдетіп келеді.

Бүгінгі таңда Тәттімбет күйлерін орындау домбырашылардың кәсіби деңгейінің өлшемі қатарлы болып отыр. Оның күйлерін толық, мәнерін сақтап орындау үшін күйші үлкен шеберлік пен жоғары музыкалық мәдениетке ие болуы қажет. Тәттімбет күйлері домбыраның дыбыс мүмкіндігін толық ашып, орындаушыдан нәзік шеберлікті талап етеді. Жас домбырашылар үшін бұл күйлер музыкалық мәдениеттің жоғары мектебі саналады. Күйдің әрбір бөлігін,

әрбір қағысын, әрбір үзілісін дұрыс жеткізу – орындаушының ішкі мәдениетіне, сезімталдығына байланысты. Сондықтан Тәттімбет мұрасы орындаушылық дәстүрдің ғана емес, эстетикалық тәрбиенің де мектебі.

Тәттімбет мұрасы тек музыка өнері тұрғысынан ғана емес, тарихи-этнографиялық құндылық ретінде де мәнге ие. Оның күйлерінде қазақтың тұрмыс-тіршілігі, ел ішіндегі қатынастар, салт-дәстүр көріністері, тіпті белгілі бір тарихи оқиғалар көркем түрде бейнеленген. Музыка зерттеушілері Тәттімбет шығармаларын зерделеу арқылы ХІХ ғасырдағы қазақтардың әлеуметтік өмірі, ел басқару жүйесі, мәдени ортасы туралы бағалы ақпараттарға қол жеткізуде. Күй тек әуен емес, ол – халық жадын сақтаушы мәдени құбылыс. Осы себепті Тәттімбет күйлері – қазақ тарихының көркем шежіресі.

Қазіргі заман жағдайында Тәттімбет мұрасын зерттеу мен насихаттау ерекше маңызға ие. Мектеп бағдарламаларына, музыка оқу орындарына, ғылыми еңбектерге оның шығармашылығы міндетті түрде енгізіліп келеді. Бұл – ұлттық мәдениеттің негізін сақтаудың бір жолы. Жас ұрпақ өз елінің өнерін танып білгенде ғана ұлттық бірегейлігін сезінеді, тарихына құрметпен қарайды. Тәттімбет күйлері – бұл тұрғыда үлкен тәрбие құралы. Олар оқушыға терең ой салатын, ұлттық рухты оятатын, елді сүюге баулитын шынайы өнер туындылары.

Бүгінгі қазақ қоғамында рухани жаңғыру, ұлттық құндылықтарды сақтап, жас ұрпақтың бойына сіңіру – негізгі мақсаттардың бірі. Осы мақсатқа жету үшін Тәттімбет мұрасы таптырмас құрал. Оның күйлері ұрпақтарды байланыстыратын рухани көпір іспетті. Өткен мен бүгінді, бүгін мен болашақты жалғайтын осындай мәдени құндылықтар ұлттық руханиятты биікке көтереді. Тәттімбет шығармалары арқылы ұлттық музыка мәдениеті заман ағымына қарай жаңаша түсіндіріліп, жас ұрпаққа жаңа қырынан танылады. Ұлы даланың үнін жеткізетін шертпе күй дәстүрі жас буынның бойында ұлттық рухты күшейтеді.

Ұлы дала мәдениетіндегі күй өнерінің мәні – оның халықтың жан дүниесін, өмірлік тәжірибесін, тарихы мен тағдырын өз бойына жинаған әмбебап рухани құндылық болуында. Күй арқылы өткен заманның рухы, табиғаттың үніндей сырлы әуен, қазақ даласының кең тынысы сезіледі. Тәттімбет Қазанғапұлы осы өнерді шыңға шығарған тұлға ретінде қазақтың рухани әлемінің биігі болып қала береді. Оның мұрасы – халықтың жадында мәңгі сақталатын баға жетпес қазына.

Қорытынды.

Ұлы дала мәдениетіндегі күй өнері – халқымыздың рухани болмысын қалыптастырған, ғасырлар бойы ұлттың ішкі жан дүниесін сақтап келген ең құнды мұралардың бірі. Бұл өнердің шынайы тереңдігі мен көркемдік қуаты қазақ халқының өмір салтымен, дүниетанымымен, табиғатқа деген көзқарасымен тығыз байланысты. Әрбір күй – халықтың өткен өмірінен сыр шертетін музыкалық шежіре, тарихи жадының көрінісі. Осындай бай рухани мұраны ХХІ ғасырға толық жеткізіп, оның көркемдік мазмұнын тереңдеткен тұлғалардың қатарында Тәттімбет Қазанғапұлының орны ерекше.

Тәттімбет – шертпе күйдің биік шыңын қалыптастырған, қазақ музыка өнерінің тарихына мәңгілік із қалдырған ұлы композитор. Оның күйлері жай

әуен емес, халық тағдырын, елдің мұң-сыры мен қуанышын жеткізетін терең философиялық туындылар. Қазақ қоғамында орын алған тарихи өзгерістер, әлеуметтік мәселелер, адам өмірінің нәзік сезімдері Тәттімбет шығармаларында көркем әуен болып өріліп, бүгінгі күнге дейін мән-маңызын жойған жоқ. Оның күйлері – өткен мен бүгінді байланыстыратын рухани көпір, ұлттық болмыстың көркем айнасы.

Арқа күйшілік дәстүрін дамытудағы Тәттімбеттің рөлі – қазақ өнерінің жан-жақты дамуына ықпал еткен тарихи құбылыс. Ол өзінен кейінгі күйшілердің тұтас буынына ықпал етіп, ұлттық музыка мектебінің қалыптасуына жол салды. Оның мұрасы ауызша дәстүр арқылы ұрпақтан ұрпаққа беріліп, кәсіби музыка саласына да берік орнықты. Тәттімбет күйлерінің дәл бүгінгі күнге дейін сақталуы – қазақ халқының мәдени жадының беріктігін, өнерге деген құрметінің айғағы.

Бүгінгі жас ұрпақ үшін Тәттімбет шығармашылығын тану – ұлттық руханиятқа жақындаудың маңызды жолы. Оның күйлері оқушының ой-өрісін кеңейтіп, тарихи санасын қалыптастырады, эстетикалық талғамын арттырады, туған жерге, ұлттық мұраға деген сүйіспеншілігін күшейтеді. Ұлттық өнердің тәрбиелік мәні – тек әуенде емес, оның астарындағы адамгершілік қағидаларда, рухани құндылықтарда. Тәттімбет күйлерін бойға сіңіру – ұлттық бірегейлікті сақтаудың, рухани жаңғырудың нақты жолдарының бірі.

Қорыта айтқанда, Тәттімбет Қазанғапұлының мұрасы – Ұлы дала сазының мәңгілік үні, қазақ мәдениетінің алтын арқауы. Оның шығармалары арқылы біз халқымыздың тарихын, жан дүниесін, көркемдік дәстүрін терең түсінеміз. Уақыт өткен сайын Тәттімбет күйлерінің мәні арта түспесе, кемірек емес. Өйткені ол – мәңгілік өнер иесі, рухани өмірдің биік тұлғасы. Осы мұраны қастерлей отырып, оны жас ұрпаққа жеткізу – баршамыздың борышымыз. Ұлы дала сазы ешқашан өшпейді, Тәттімбет мұрасы да қазақ руханиятының жүрегінде мәңгі сақталады.

Пайдаланылған әдебиеттер

- 1 Ахметова К. Қазақтың дәстүрлі музыкасы. – Алматы: Өнер, 2012. – 256 б.
- 2 Арғынбаев Х. Қазақ халқындағы семья мен неке. – Алматы: Ғылым, 1996. – 320 б.
- 3 Жұбанов А. Ғасырлар пернесі. – Алматы: Өнер, 2002. – 288 б.
- 4 Төлеубек Ә. Шертпе күй өнері және Арқа мектебі. – Қарағанды: Болашақ-Баспа, 2015. – 312 б.
- 5 Қазақ ССР тарихы. Т. 5. – Алматы: Ғылым, 1982. – 640 б.
- 6 Бабалар сөзі. 100-томдық халық әдебиеті сериясы. – Астана: Фолиант, 2011. – Т. 7. – 350 б.
- 7 Қасиманов С. Қазақ халқының қолөнері. – Алматы: Санат, 1995. – 280 б.
- 8 Мағауин М. Қазақ тарихының әліппесі. – Астана: Анашым, 2010. – 224 б.
- 9 Есмағамбетов К. Қазақ мәдениетінің тарихы. – Алматы: Санат, 1998. – 304 б.

- 10 Сейітов Ө. Домбыра және күй: зерттеулер мен мақалалар. – Алматы: Өнер, 2013. – 272 б.
- 11 Жамбылов Д. Қазақ музыкасының тарихы. – Алматы: Қазақ университеті, 2011. – 260 б.
- 12 Бүркіт С. Тәттімбет Қазанғапұлы: өмірі мен шығармашылығы. – Қарағанды: Абзал кітап, 2016. – 208 б.
- 13 Сабыр М. Арқа күйлерінің дәстүрлі ерекшеліктері. – Нұр-Сұлтан: Еуразия университеті баспасы, 2019. – 240 б.
- 14 Хасенова С. Дала философиясы және музыкалық мұра. – Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2020. – 216 б.
- 15 Әбдіқалықов Т. Қазақ этнографиясы: дәстүр және мәдениет. – Нұр-Сұлтан: 2018. – 300 б.
- 16 Тұрсынов Е. Қазақтың күйшілік дәстүрі: тарихи талдау. – Алматы: Өнер, 2005. – 224 б.
- 17 Сманов Б. Ұлы дала өнері. – Астана: Фолиант, 2014. – 200 б.
- 18 Оразбекова Қ. Тәттімбет күйлерінің музыкалық-поэтикалық табиғаты // Қазақ музыкасы журналы. – №3, 2017. – Б. 45–52.
- 19 Нысанбаев А. Қазақ мәдениеті: дәстүр мен жаңғыру. – Алматы: Рауан, 2019. – 280 б.
- 20 Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Өнертану кафедрасы. Қазақ музыка мұрасы жөніндегі ғылыми мақалалар жинағы. – Алматы, 2021. – 400 б.

**ӘЛЕУМЕТТІК ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ
ЭКОНОМИКА**

СОЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ И ЭКОНОМИКА

SOCIAL SCIENCES AND ECONOMICS

SRSTI 06.81.25

ANALYSIS OF MARKET SEGMENTATION PATHS IN THE BANKING INDUSTRY UNDER BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Chen Hanqiang

*Doctor of Business Administration student,
Al-farabi Kazakh National University,
Farabi International Business School,
Kazakhstan, Almaty*

Big data and AI reshape global banking, especially customer segmentation—traditional paths were constrained by outdated data processing and rigid analysis. This paper explains their optimization, highlights traditional flaws, and presents three practical AI-driven paths, with two tables comparing methods and detailing core paths. It also covers implementation challenges and solutions, finding that combining big data and AI builds flexible, accurate, customer-focused paths to adapt to markets and improve services.

Key words: Artificial Intelligence; Big Data; Banking Industry; Market Segmentation Paths; Customer-centric Service.

What is Market Segmentation?

Market segmentation is splitting a large group of customers into smaller groups with similar traits or needs [1]. For banks, this means grouping people who share similar spending habits, comfort with risk, or financial goals.

AI (including machine learning and data analysis) can process this data quickly to find hidden patterns. In banking, these tools are used for risk checks, smart customer service, and product recommendations—laying the groundwork for better customer segmentation.

Problems with Traditional Segmentation Paths Traditional customer segmentation has four key flaws: few data sources, rigid analysis, infrequent updates, and one-size-fits-all services that don't meet individual needs.

Big Data + AI-driven Segmentation Paths To fix traditional problems, banks can use three core segmentation paths driven by big data and AI. These paths are easy to understand and put into practice.

Table 1. Traditional vs. Modern Segmentation Paths.

Dimensions	Traditional Paths	Big Data + AI Paths
Data Source	Basic info (age, income)	Multi-source data (transactions, behavior, likes)
Analysis Tool	Manual work + simple software	AI tools (machine learning, grouping)
Focus	Surface traits	Real needs + behaviors
Update Speed	Monthly/quarterly	Real-time or weekly
Service Fit	Low (fixed services)	High (customized services)

Source: developed by author based on [1-6].

The table shows modern paths' advantages: they dig deeper into customers' real needs (unlike surface-level traditional methods), can be combined, are flexible to market changes, save banks time/money via AI automation, and help build long-term loyal customer relationships for a win-win.

Table 2. Core Modern Segmentation Paths.

Segmentation Paths	When to Use	Core Tools	Results
Behavioral Analysis	Know customer spending habits/likes	Big data tools + AI learning	Predict needs for product recommendations
Risk Preference	Group by comfort with financial risk	Risk assessment models + data analysis	Lower customer risks + higher satisfaction
Lifecycle	Group by life stage (young workers, retirees)	Multi-data integration + predictive tools	Age-appropriate services (e.g., student loans for young people)

Source: developed by author based on [1-6].

Challenges and Solutions for Modern Paths.

The main challenges include data security risks, high start-up costs burdening small and medium-sized banks, a shortage of professionals skilled in both banking and AI/data analysis, and compliance issues from unfair AI-driven grouping; corresponding solutions are strengthening data security with encryption and access controls, cutting costs via cooperation with fintech firms, addressing talent gaps

through staff training and professional recruitment, and ensuring fairness by regularly auditing AI tools and using diverse datasets.

Conclusion.

Big data and AI have revolutionized bank customer segmentation, replacing rigid traditional methods with flexible, customer-centric data-driven paths—three core ones are practical and effective. Modern paths outperform traditional ones in data use, speed, and service fit but face data security, cost, and talent issues. Future deepened use will let banks offer personalized services, retain customers, and compete fiercely, benefiting bank growth, meeting diverse needs, and boosting industry development.

References

1 Li, Y., & Wang, Z. (2021). Big data-driven market segmentation in China's commercial banks. *Journal of Financial Technology*, 9(3), 89-105.

2 Zhang, H., & Liu, J. (2022). AI-powered customer segmentation paths: A case study of online banks. *International Journal of Bank Marketing*, 40(2), 345-362.

3 Chen, W., & Zhao, Y. (2020). The impact of big data on traditional market segmentation in banking. *China Finance Review International*, 10(4), 412-428.

4 Wang, L., & Hu, Q. (2023). Challenges and countermeasures of AI-driven segmentation paths in small banks. *Journal of Banking and Finance Research*, 15(1), 67-83.

5 Zhou, J., & Sun, M. (2021). Lifecycle-based market segmentation: Using big data to optimize banking services. *Financial Innovation*, 7(5), 1-18.

6 Liu, S., & Zhang, Q. (2022). Regulatory compliance in AI-driven market segmentation for banks. *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 30(3), 389-406.

ҒТАМР 19.41.91

DEERFAKE БЕЙНЕЛЕРДІҢ ҚАЗАҚСТАН ЖУРНАЛИСТИКАСЫНА ӘСЕРІ: СЫН-ҚАТЕРЛЕР МЕН ШЕШІМДЕР

Зейнүр Зеріпбек

Магистрант, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ.

Бұл мақалада Қазақстан журналистикасында deepfake технологиясының пайда болуы мен оның ықпалдары қарастырылады, соның ішінде ақпараттың шынайылығы мен қоғамдық сенімге төнетін қауіптер талданады. Мақалада мемлекеттік деңгейдегі саясат шаралары, атап айтқанда «2024-2029 жылдарға арналған жасанды интеллектіні дамыту тұжырымдамасы» және «Жасанды интеллект туралы заң» жобасы, сондай-ақ контенттің тексерілуі, ашықтықты арттыру және цифрлық сауаттылық бойынша тәжірибелер қарастырылады.

Мақалада AI жаңалықтары мен ақпарат қауіпсіздігін теңестіретін тұрақты басқару жүйесін құру мақсатында орындалуы мүмкін ұсыныстар ұсынылған, оның ішінде жасанды интеллекті мазмұнын бақылау жүйесі, көптілді фактчек платформасы және журналистік ұйымдардың бірлескен қорғаныс альянсы.

Түйінді сөздер: генеративті жасанды интеллект, deepfake, журналистика, Қазақстан, медиа этика.

Соңғы жылдары цифрлық трансформацияның қарқынды дамуына байланысты жасанды интеллект (Artificial Intelligence, AI) бүкіл әлемге таралуда, ал генеративті жасанды интеллект (Generative AI) дәл бейнелерді, аудио, видео өңдеу және синтездеу технологиясы арқылы ақпарат тарату экожүйесін түбегейлі өзгертіп отыр.

Deepfake бейнелер деп терең оқыту алгоритмдерін пайдаланып жасалған немесе өзгертілген видео контент түсініледі [1]. Бұл технология адам бет-әлпетін, қимыл-қозғалысын, дауысын және көріністерін жоғары дәрежеде нақты етіп жасауға мүмкіндік береді, сол арқылы көрермендер үшін шынайылығын ажырату қиынға соғады. Қазіргі таңда бұл жасанды синтез технологиясы көпшілікке қолжетімді болып, қарапайым қолданушылар AI бағдарламалары арқылы deepfake бейнелер жасап, әлеуметтік желілерде жариялай алады.

Қазіргі кезде бірнеше елдердің интернетінде deepfake технологиясы арқылы жасалған жалған жаңалық бейнелерінің бірнеше жағдайы тіркелді, соның ішінде саяси манипуляция, жалған насихат немесе қаржылық алаяқтық

бар. Бұл оқиғалар сенім дағдарысын тудырып, қоғам мен журналистикаға айтарлықтай қауіп пен сын-қатер әкеледі.

Қазақстанда журналистика цифрлық трансформацияның маңызды кезеңінде тұр. Әлеуметтік медиа, мобильдік жаңалық қосымшалары және цифрлық жаңалық платформалары кеңінен қолданылуымен ақпарат тарату жылдамдығы мен көлемі айтарлықтай өсті, бірақ сонымен қатар deepfake бейнелерінің таралуы да кеңейіп отыр. Бұл қоғамдық ақпараттың шынайылығын бағалауға кедергі келтіріп қана қоймай, дәстүрлі медианың «сапалы ақпарат көзі» ретіндегі мәртебесін де шайқатады. Сондықтан, елдің журналистері, академиялық орта және мемлекеттік органдар технологиялық инновациялар мен ақпарат шынайылығы арасындағы тепе-теңдікті қамтамасыз етуге шұғыл қажеттілік сезінеді.

2024 жылы Қазақстан үкіметі стратегиялық құжат – «2024–2029 жылдарға арналған жасанды интеллектті дамыту тұжырымдамасын» жариялады, онда жауапты, қауіпсіз және реттелетін жасанды интеллект экожүйесін құру міндеті айқын көрсетілген [2].

2025 жылғы 29 қазанда Қазақстан Парламенті «Жасанды интеллект туралы заң» жобасын мақұлдап, оны Президентке қол қоюға жіберді. Жобада синтетикалық контентке белгі қою, тәуекелділікті жіктеу жүйесін орнату, жоғары тәуекелді жүйелерді қолдануға шектеу қою, сондай-ақ AI жүйесін пайдаланушылардың ықтимал зиянды алдын алу жауапкершілігі қарастырылған. Бұл ережелер сандық медиа ашықтығын арттыру, deepfake теріс қолдану тәуекелін алдын алу және қоғамға AI жасаған контентті анықтау мен қадағалау құқықтық кепілдіктерін қамтамасыз етуге бағытталған. Бұл Қазақстанның AI екі жақты қасиеті (инновация және тәуекел) бойынша саналы түсінігін көрсетеді [3].

Мемлекеттік заңнамалық негізі біртіндеп жетілдірілетін жағдайда журналистік ұйымдар AI технологиясын қабылдай отырып, жаңа кәсіби міндеттер мен этикалық сын-қатерлерге де бет бұруы тиіс: ел ішіндегі жаңалық экожүйесін қалай басқару керек?

Соңғы жылдары Қазақстан журналистикасы deepfake технологиясының тәуекелін түсініп, әртүрлі бағытта әрекет етіп келеді. Мысалы, медиа deepfake бейнелердің қауіптілігін халыққа көрсету, оларды тану қабілетін арттыру бойынша маңызды рөл атқарады. Бірнеше жаңалық сайттары AI технологиясын пайдаланып жасалған телефон алаяқтығы сияқты қылмыстық әрекеттерді хабарлап, белгісіз бейнелер мен қоңырауларға сақ болуды ескертеді. Ұлттық деңгейдегі медиа фактілерді тексеру және танымдық бағдарламалар арқылы халықты синтетикалық контентке қарсы сезімтал ету, оның тәуекелін және тану жолдарын түсіндіруде [4].

Сонымен қатар, Қазақстан медиа саласы елдің заңнамалық мәселелеріне үнемі назар аударып келеді. Бірнеше негізгі медиа AI заңнамасындағы жаңалықтарды, белгі қою міндеттерін, нарық механизмдерін және реттеу құрылымдарын қадағалап, контент тәуекелін басқару саласында журналистика мен қоғам арасындағы біртұтас түсінікті қалыптастыруға тырысады.

Қорытындылай келе, Қазақстанда AI жаңалық экожүйесін басқару бойынша консенсус біртіндеп қалыптасуда. Тұрақты AI контентін басқару жүйесін құрудың бірнеше жолы ұсынылады:

Біріншіден, жасанды интеллект контентінің толық бақылау жүйесін құру қажет. Қолданыстағы «синтетикалық контентке белгі қою» негізінде контенттің шығу тегі мен өзгерістерін қадағалайтын жүйе енгізілуі тиіс. Қазақстан осы жүйені дамыту үшін жергілікті технологиялық компаниялар мен университеттердің күшін пайдаланып, бейне және суреттердің жасалу, өңделу, таралу кезеңдерін жазатын «AI контентінің сандық саусақ іздері» жүйесін құруы қажет. Бұл тек журналистерге ақпарат көзін тез тексеруге ғана емес, сот және қоғамдық дағдарыстарда техникалық дәлелдер ұсынуға мүмкіндік береді.

Екіншіден, көптілді фактчек платформасын құру қажет. Қазақстанда медиа көптілді, әсіресе қазақ және орыс тіліндегі ақпарат кеңістігіне назар аударған жағдайда, кросс тілдік мүмкіндігі бар фактчек жүйесі әзірлеу маңызды. Бұл платформа AI семантикалық талдау, кросс-тілдік деректер базасы және халықтың хабарлау механизмдерін біріктіріп, пайдаланушыларға бірнеше тілдегі контенттің шынайылығын нақты уақытта тексеруге мүмкіндік береді.

Үшіншіден, журналистік ұйымдардың бірлескен қорғаныс альянсын құру ұсынылады. Бұл альянс негізгі медиа, университеттер, технологиялық компаниялар және журналистік қауымдастықтардан тұрып, бірлескен бақылау және қорғаныс жүйесін қалыптастырады. Альянс төрт бағытта жұмыс істей алады: платформаларда жарияламас бұрын күдік тудыратын контентті тексеру, халыққа күдік тудыратын бейнелерді хабарлау, ұлттық деңгейде жалған бейнелерді анықтау және іздеу жүйесін құру, сондай-ақ таралған жалған ақпаратты тез арада жоққа шығаратын шұғыл жүйені ұйымдастыру. Альянстың бірлескен әрекеті deepfake әкелетін тәуекелді тиімді төмендетіп, халыққа сенімді ақпаратты қамтамасыз етеді.

Қорытындылай келе, deepfake технологиясының дамуы Қазақстан мен бүкіл әлемдегі журналистикаға бұрын-соңды болмаған сын-қатерлерді алып келеді. Ол шынайылық пен жалғандық арасындағы шекараны бұлыңғыр етіп қана қоймай, жаңалықтардың сенімділігі мен қоғамдық пікір тұрақтылығына тікелей қауіп төндіреді. Бұл технологиялық «ақпараттық ластанумен» күресу үшін тек медиа өзін-өзі реттеуі немесе халықтың талдауы жеткіліксіз.

Қазақстан заңнаманы жетілдіру, AI тану технологияларын енгізу және журналистік білім беруді күшейту арқылы «жалғанды алдын алу – жалғанды тану – жалғанды бақылау» үштік жүйесін қалыптастырып отыр. Бұл көпқабатты тәсіл ақпараттық қауіпсіздік пен жаңалықтардың сенімділігін қамтамасыз етуде жаңа жол ашты.

Дегенмен, заң, технология және білім беру бірлескен әрекет еткенде ғана deepfake технологиясы әлеуетті қауіптен жаңалық инновациясын және қоғамдық сенімділікке ұмтылатын құралға айнала алады. Саясат, технология және салалық тәжірибе дамыған сайын Қазақстан жаңалық экожүйесі инновациялық мүмкіндіктер мен ақпараттық қауіпсіздікті бірдей ескеретін тұрақты басқару жүйесін қалыптастырады, бұл жаһандық журналистикаға үлгі бола алады.

Пайдаланылған әдебиеттер

1 Wikipedia contributors. (дата белгісіз). Deepfake. Wikipedia-дан алынды. 2025 ж. 15 қарашада, <https://en.wikipedia.org/wiki/Deepfake>.

2 Digital Watch Observatory. Қазақстанның 2024-2029 жж. жасанды интеллект дамуы тұжырымдамасы. 2025 ж. 15 қарашада алынды, <https://dig.watch/resource/kazakhstans-concept-for-the-development-of-artificial-intelligence-for-2024-2029>.

3 Tengrinews.kz. (2025 ж., 29 қазан). Қазақстан парламенты “Жасанды интеллект туралы” заң жобасын мақұлдады. Алынды: https://kaz.tengrinews.kz/kazakhstan_news/kazakhstan-parlament-jasandyi-intellekt-turalyi-zan-369737/.

4 Khabar.kz. Neoset: телепроекттер жобасы. 2025 ж. 15 қарашада алынды, <https://khabar.kz/ru/teleproekty/neoset>.

SRSTI 19.41.41

RESEARCH ON THE GOVERNANCE OF UNIVERSITY ONLINE PUBLIC OPINION EVENTS FROM THE PERSPECTIVE OF JOURNALISM AND COMMUNICATION – TAKING A HOTSPOT EVENT IN A UNIVERSITY IN JIANGXI PROVINCE, CHINA AS AN EXAMPLE

Tangbuli Zhati

Master's Candidate, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty

With the widespread use of social media, the handling of sudden online public opinion incidents in universities has become an emerging topic in journalism, which poses risks to campus stability and the credibility of related institutions. Current capabilities of universities in managing online public opinion have many shortcomings, and there is an urgent need to analyze the nature and evolution patterns of university emergencies and propose effective governance strategies. This study takes a sudden online public opinion incident at a university in Jiangxi as a case, analyzes the problems and causes in managing the situation, and puts forward targeted recommendations, aiming to provide theoretical support and practical advice for universities and other public institutions to better respond to online public opinion.

Keywords: news communication, universities, online public opinion, governance, event.

Introduction.

In the information age of the 21st century, the development of network technology has greatly changed the way information is disseminated and the mode of social interaction. With the rise of social media and online platforms, the speed and reach of information dissemination have reached unprecedented levels, making it possible for any sudden event to quickly attract widespread social attention and discussion. Against this background, universities, as an important part of society, have faced unprecedented challenges in responding to sudden events. In particular, under the amplifying effect of online public opinion, even a seemingly minor incident can quickly evolve into a far-reaching public crisis. Universities, as important venues for nurturing talent and promoting technological innovation, have increasingly strengthened social functions. However, while enjoying social resources and attention, they also face the impact of sudden incidents. In June 2023, a food safety online public opinion incident at a

university in Jiangxi is a typical example. This study aims to conduct an in-depth analysis of the food safety incident at the Jiangxi university, identify the shortcomings in the university's governance of online public opinion, summarize the lessons and experiences of universities in crisis management, and explore strategies for universities in coping with online public opinion crises. It provides a reference for universities in crisis management and public opinion governance and offers case experience to help local governments and other public sectors better perform their duties, and more fully understand and respond to online public opinion.

Literature Review.

Scholarly discussion of public opinion has a long history, with its research roots primarily in the fields of political science and public administration. With the advent of the internet era, academia began to adopt a dual perspective of communication studies and sociology, conducting richer and more diverse explorations of online public opinion. In the West, the modern connotation of public opinion is closely linked with the widespread dissemination and deep influence of democratic thought. As early as the 17th century, the British political philosopher John Locke, in his work "Two Treatises of Government", discussed the judgments of the public alongside divine law and human law, proposing the view that "democracy is the opinion of the people" [1]. By the 18th century, French Enlightenment thinker Jean-Jacques Rousseau, in "The Social Contract", first introduced the concept of "Public Opinion", arguing that public opinion is the product of rational expression, aimed at protecting and maintaining the common interests of the majority of citizens [2]. The renowned American political commentator Walter Lippmann, in his groundbreaking work "Public Opinion", defined public opinion as the images in people's minds, relating to the relationships between individuals, others, and their needs and intentions [3]. British philosopher Herbert Spencer, when analyzing the potential negative effects of freedom of opinion, emphasized that freedom of opinion itself is not a fault, but rather it is the abnormal state of national politics that leads to the emergence of harmful speech [4]. German classical philosopher and political theorist Hegel also studied the nature and influence of public opinion, asserting that in any era, public opinion, as a means for people to express their will, can become a force that shakes the world [5]. Marx and Engels described public opinion as an intangible spiritual force that influences everyone's life, using terms like "honor tribunal", "court of criticism", and "appeal to public judgment" [6].

Regarding the definition and function of online public opinion, scholars have also conducted extensive and in-depth research. Manuel Castells believes that the information technology revolution is reshaping contemporary society and that online society, as a new social form and model, has a positive impact on social life through online public opinion [7]. However, Cass Sunstein, in "Republic.com", pointed out that due to limitations in the public's cultural level, when faced with complex online issues, topics of common concern may be ignored, leading to an information narrowing effect that can cause social fragmentation and hinder the democratic process [8]. Stanley Baran and Dennis Davis emphasize the need for specialized institutions to protect the public from the impact of negative opinion, in order to maintain social order stability

[9]. At the same time, many Western scholars, through analyzing the development of information technology and rapidly changing social relations, have further studied online public opinion and delved into the political rights of citizens in the process of public opinion participation. Stanley Baran and Dennis Davis recognize that social media, as a new form of social narrative, is closely intertwined with democratic politics, and only by deeply understanding its expression in the political context can one gain a more profound insight into it [10].

Moreover, the academic community has also focused on strategies and methods for guiding online public opinion. Scholars believe that when guiding online public opinion, the government should adopt an open and transparent attitude, actively listen to the public's voice, and respect the existence of differing opinions. At the same time, the government should use scientific and reasonable means to guide online public opinion toward positive and healthy directions, preventing the online space from becoming a breeding ground for negative emotions and extreme views. The government should also strengthen the supervision of online public opinion, promptly identify and correct misinformation, prevent the spread of false information, and maintain the order and stability of the online space. In addition, the government should enhance cooperation with the media and social organizations to jointly build a healthy and orderly online public opinion environment, promoting social harmony and progress.

Research Methods.

This study employs a literature review method, which provides a theoretical basis and knowledge framework for the research by systematically consulting and analyzing existing academic achievements. This paper collects and organizes relevant literature on university emergencies and online public opinion management from databases such as Scopus and Web of Science, thereby clarifying the basic concepts of emergencies and online public opinion. Using theories such as the risk lifecycle theory and the 4R crisis management theory, the study defines the approaches and methods for managing online public opinion during university emergencies. Overall, the literature review lays the foundation for the analysis of issues and causes in subsequent case studies.

The case study method involves in-depth analysis of typical events to summarize patterns and propose solutions. This paper selects a food safety incident at a certain college in Jiangxi as the research subject due to its high public attention, long duration, and representative improper response by the school. On one hand, the study details the event timeline and, by applying the crisis lifecycle theory, analyzes the school's wrong decisions during the latent and growth stages of public opinion, as well as the public opinion reversal after the intervention of a provincial investigation team during the mature stage. Using statistical data such as the number of posts on Weibo, a public opinion heat curve was plotted and compared with general public opinion event trends, thereby revealing the problems and causes in the school's management of online emergency events and proposing targeted improvement strategies, providing theoretical guidance and practical reference for handling similar events.

Results.

1. Development cycle of the crisis event.

On June 1, 2023, a student at a certain college in Jiangxi discovered a black foreign object in their meal at the cafeteria, suspected to be a rat's head.

On June 2, 2023, Nanchang Jinghe Catering Management Co., Ltd., the catering company suspected to be involved with the canteen in question, stated externally that it had noticed the content of the video and promised to conduct an investigation and verification.

On June 3, 2023, a certain college in Jiangxi issued a "Situation Report" through its official Weibo account, claiming that after comparison by the persons involved and their classmates, it was confirmed that the 'foreign object' was a duck neck, not a rat's head. At the same time, Jiang Xiexue, director of the Changdong Branch of the Nanchang High-Tech Zone Market Supervision Administration, also stated externally that law enforcement officers, after on-site investigation and comparison, confirmed that the foreign object was a duck neck.

On June 6, 2023, Nanchang Jinghe Catering Management Co., Ltd. issued a statement claiming that the canteen involved had no relation to their company.

On June 7, 2023, the Jiangxi Provincial Department of Education stated that it had intervened in the investigation.

On June 8, 2023, students from Jiangxi Vocational and Technical College reported again that they found large caterpillars in the food, further heightening public concern about the school's food safety.

On June 10, 2023, the Jiangxi Provincial Department of Education, the Public Security Department, the State-owned Assets Supervision and Administration Commission, and the Market Supervision Administration jointly established an investigation team to conduct an in-depth investigation of the incident and promised to promptly release the results to the public.

On June 17, 2023, the joint investigation team confirmed that the foreign object in the meal was a rat's head. The Changdong Branch of the Nanchang High-Tech Zone Market Supervision Administration and the Jiangxi college had issued the incorrect conclusion of 'duck neck' due to not properly investigating and collecting evidence. The investigation determined that the Jiangxi college bore primary responsibility for the incident, the company involved bore direct responsibility, and the Market Supervision Administration bore supervisory responsibility. The Nanchang Municipal Market Supervision Administration revoked the food business license of the canteen involved and imposed the maximum penalties on the company involved and its legal representative.

2. Development Cycle of Online Public Opinion.

On June 1, 2023, a certain college in Jiangxi discovered a student who resembled a mouse head uploading a video online. The video began circulating on the internet, attracting some public attention and concern. However, by June 2, the number of related posts and their popularity on Weibo remained low, and the incident had not sparked widespread public discussion.

On June 3, although both the school and the Market Supervision Administration publicly stated that the foreign object was a duck neck, the public opinion did not subside. Instead, it triggered more questions and discussions. Many netizens and media

outlets expressed doubts about the conclusions of the school and the Market Supervision Administration, suspecting that the truth might be covered up. The keyword “Jiangxi College Food Safety Incident” quickly started trending, and online public opinion reached its peak. From June 4 to June 7, the proportion of negative sentiment in related Weibo posts exceeded 60% for four consecutive days. On June 8 and 10, as students again discovered food safety issues and a high-level joint investigation team was established in Jiangxi Province, public concern about the school’s food safety issues was repeatedly triggered, and online public opinion experienced two minor rebounds against the trend.

On June 17, the joint investigation team confirmed that the foreign object in the meals was a mouse head, verifying that the previous investigation conclusion was wrong, and public attention reached its peak. After that, the heat of related public opinion began to decline.

3. Trend of Public Opinion Evolution.

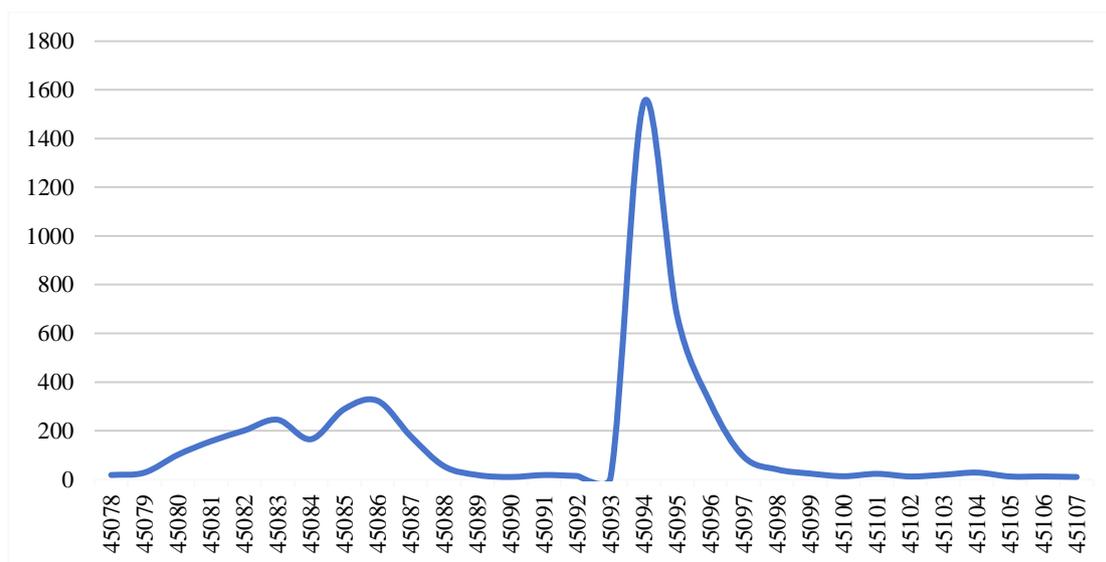


Figure 1. Daily Number of Original Weibo Posts on Food Safety Incidents at a College in Jiangxi.

Within the scope of sociological research, the dynamics of public opinion on events that attract widespread attention follow the principle of a life cycle, which encompasses two aspects: the life cycle nature of public opinion – any event that gains wide public attention sees its public opinion follow a natural process from initiation to eventual decline, reflecting the lifecycle characteristics of public opinion; and the stage-based law of opinion evolution – public opinion on high-profile events is not static but can be divided into a series of closely connected stages, which progress in a certain logical order, demonstrating regular patterns in the development of public opinion. According to the life cycle theory, these stages are classified as: latent period, growth period, maturity period, and decline period. This study explores the mechanisms of public opinion through original Weibo posts, using the daily number of

original Weibo posts related to a food safety incident at a college in Jiangxi as the benchmark. Original Weibo posts more accurately reflect the true emotions of the public during sudden events and are suitable as data indicators for analyzing changes in public opinion; additionally, original Weibo posts are usually directly published by users, with content closer to personal viewpoints or emotional expression, and are less affected by the 'spiral of silence' effect in reposting behavior. Reposted content may include repeated or overlapping dissemination paths, whereas original posts, as information sources, possess higher informational density and uniqueness.

Table 1. Stages of Public Opinion on Food Safety Incidents at a College in Jiangxi.

日期	Stage	Average daily number of Weibo posts	Trend
2023-06-01 to 2023-06-02	Incubation period	<100 strip	Students discovered foreign objects and shared them online. There are individual reports and discussions within a small range, but it has not yet attracted widespread attention. At this stage, the incident has just begun to catch the attention of a few people. Public opinion is in its initial stage, with low attention, which is an early warning sign of a crisis.
2023-06-03 to 2023-06-06	Growth phase	100-200strip	The school authorities and the Market Supervision Administration responded that the foreign object was a duck neck, but the public expressed doubt and dissatisfaction with this response. At this stage, public opinion began to ferment, the incident gradually became known to more people, discussions clearly increased, the media and the public started to pay attention to the incident, and various speculations and discussions began to emerge, forming the first peak of public opinion.
2023-06-07 to 2023-06-17	Maturity stage	More than 200	The involvement of the Jiangxi provincial joint investigation team and the final confirmation that the foreign object was a rat's head have caused widespread shock and discussion among netizens. Public opinion has remained highly heated, especially peaking on June 17, when discussions reached a climax and had widespread impact. This marks the peak of the current crisis, and the incident has become the focus of public and media attention.
2023-06-18 to 2023-06-30	Decline phase	<100 strip	Public attention is gradually declining, discussions are decreasing step by step, and the event is gradually fading from public view, entering the final stage of public opinion. At this stage, as time passes and no new information emerges, public attention begins to wane. The information during this phase focuses on follow-up handling and accountability

			for the event. Although there are still discussions, overall public opinion is beginning to calm down.
--	--	--	--

Discussion.

Analyzing the crisis incident and the development cycle of online public opinion, the food safety incident at a certain college in Jiangxi shows many “anomalies” in the evolution trend curve compared to typical online public opinion events. The term “anomaly” refers to the fact that the heat curve of this case did not follow the general lifecycle curve of a crisis, showing abnormal differences in terms of cycle length, curve slope, peak height, and the number of peaks. The online public opinion event at this college in Jiangxi exhibited the following key “anomalies”:

First, the latent period was short, the growth rate of popularity in the growth period was fast, and the event spread rapidly. Second, the maturity period lasted a long time, with frequent peak occurrences. Third, the decline period did not show a sustained decrease in popularity, resulting in a reversal and an “abnormal” secondary outbreak of online public opinion, with long-term and far-reaching subsequent effects.

Based on the above “anomalous” popularity performance of the food safety incident at this college in Jiangxi, the following issues in public opinion management of the involved college and related units can be observed:

(1) Lagging crisis response mechanism. In the food safety incident at this college, the initial response by the university and the market supervision bureau was a crucial part of the entire public opinion handling process. During the early rapid response stage, upon discovering foreign objects, the university chose to issue a notice to try to calm the situation rather than immediately initiating an investigation, neglecting the severity of the incident and the public's high concern over food safety. The market supervision department intervened slowly (complaint on June 3, investigation results announced on June 17), and this imperfect handling mechanism led to subsequent processing being passive.

(2) Improper handling of public opinion. After the incident escalated, the college took measures to control public opinion, such as requiring students to change their statements or organizing personnel to post uniform commentary online (students reported being asked to delete online photos). In the public's view, such practices not only failed to cover up the problem but also highlighted the college's attitude of evading responsibility. Using suppressive measures like “deleting posts + closing the school” and not establishing a spokesperson system led to confusion with multiple sources of information (contradictory statements from the cafeteria contractor, the school, and the market supervision bureau).

(3) Serious lack of accountability. The school management did not activate the major public opinion emergency plan (only fully cooperating after the provincial

investigation team was formed). During the incident handling process, problems with the college's resource allocation and decision-making procedures in crisis management were fully exposed. The crisis management process lacked effective stakeholder participation and coordination mechanisms. The students, faculty and staff, parents, and the broader public involved were all directly or indirectly affected by the handling of the incident.

Conclusion.

This paper selects the food safety public opinion incident of a university in Jiangxi as a typical case, and points out the problems existing in the online public opinion governance of the university involved in the food safety incident of a college in Jiangxi by elaborating on the beginning and end of the incident and the various online public opinion management measures taken by the school. Therefore, this paper suggests that colleges and universities should learn from the lessons of this incident.

First, university management should establish the awareness that 'risk is responsibility' and adopt a modern governance approach to online public opinion. University leaders must fully recognize the impact of online public opinion on the university's image and social stability, understanding that the best crisis management is to prevent crises from occurring while enhancing a sense of responsibility and mission. Through regular ideological and political education and training, the leadership team should develop a correct understanding of public opinion and clarify their responsibilities and tasks in responding to it. Renowned crisis management expert Norman Augustine believes that 'prevention is the most cost-effective and simplest way to control a crisis.'

Second, establish a system to hold management accountable for public opinion, building a solid foundation of long-term trust. In a food safety incident at a certain college in Jiangxi, nationwide, long-standing and widespread public trust incidents involving universities eroded people's confidence in the universities involved. This turned a simple food safety issue into a heated topic exploring university management 'insider information' and sharp conflicts between authorities and the public, which was one of the key reasons the incident escalated. To fundamentally reduce similar risks, universities need to make full use of new media during the latency period of online public opinion, proactively promote and improve their image in the public's mind, and build a solid foundation of trust.

Third, design a hierarchical, full-process public opinion management system to achieve normalized governance of public opinion. Universities should design a hierarchical, full-process public opinion management system and implement normalized governance by integrating public opinion management into every link of daily work, forming a closed-loop system from information capture, hierarchical evaluation, dynamic response, to long-term remediation. A university-level public opinion monitoring center should be established with the IT department at its core, integrating data interfaces from the Propaganda Department, Student Affairs Office, Security Office, and other functional departments. Using big data technology, platforms such as Weibo, WeChat, Zhihu, and campus forums should be scanned around the clock, focusing on high-frequency topics like food safety, campus security,

teaching management, and the rights and interests of teachers and students. By setting up a keyword database, precise data capture can be achieved, while also connecting with internal data sources such as cafeteria monitoring systems and student complaint platforms to ensure the reliability of cross-referenced information.

References

- 1 Locke, J. (2019). *On government* (Feng Jungong, Trans.). Beijing: Gold Wall Press.
- 2 Rousseau, J.-J. (2003). *The social contract* (He Zhaowu, Trans.). Beijing: The Commercial Press.
- 3 Lippmann, W. (2006). *Public opinion*. Shanghai: Shanghai Century Publishing Group.
- 4 Spencer, H. (2000). *State power and individual liberty* (Tan Xiaoqin, Trans.). Beijing: Huaxia Publishing House.
- 5 Hegel, G. W. F. (1958). *Philosophy of right*. Beijing: Law Press.
- 6 Chen, L. (2008). *On spiritual communication*. Beijing: China Renmin University Press.
- 7 Castells, M. (2009). *The network society: A cross-cultural perspective* (Zhou Kai, Trans.). Beijing: Social Sciences Academic Press.
- 8 Sunstein, C. (2003). *Republic.com: Democracy in the network society* (Huang Weiming, Trans.). Shanghai: Shanghai People's Publishing House.
- 9 Baran, S., & Davis, D. (2004). *Mass communication theory: Foundations, ferment, and future* (Cao Shule, Trans.). Beijing: Tsinghua University Press.
- 10 Yang, J. (2022). Marx's humanistic thought and the development of contemporary China. *Gansu Social Sciences*, (1), 169–176.
- 11 Ye, X., & Bi, Z. (2023). Cultivation of citizens' legal consciousness from the perspective of case analysis method. *Legal System Exposition*, (02), 19–21.

ҒТАМР 06.52.17

ЖАҒАНДАНУ ЖАҒДАЙЫНДА ОТБАСЫН НЫҒАЙТУҒА БАҒЫТТАЛҒАН МЕМЛЕКЕТТІК САЯСАТ

Т.С. Мақсұт

Магистрант, Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана қ.

Мақалада жаһандану жағдайында отбасы институтының рөлі мен оның ұлттық құндылықтарды сақтаудағы маңызы қарастырылды. Қазақстандағы отбасылық саясаттың негізгі бағыттары, мемлекеттік қолдау тетіктері және отбасы институтына әсер ететін факторлар талданды. Сонымен қатар, демографиялық көрсеткіштер мен статистикалық деректер негізінде қазіргі отбасы институтының ахуалы сипатталып, ажырасу деңгейінің өсуі, толық емес отбасылардың көбеюі және бала туу көрсеткішінің төмендеуі сияқты өзекті мәселелер айқындалды. Мақалада мемлекеттік саясаттың стратегиялық маңызы атап өтіліп, ұлттық құндылықтарды сақтай отырып, отбасын қолдау мен дамытуға бағытталған кешенді шаралардың қажеттілігі негізделді.

Түйін сөздер: отбасы институты, отбасылық саясат, жаһандану, ұлттық құндылықтар, демография, ажырасу, қолдау, ана мен бала.

Жаһандану дәуірінде қоғам өмірінің барлық саласы өзгерістерге ұшырап отыр. Ақпараттық технологиялардың дамуы, халықаралық көші-қон, мәдениеттердің тоғысуы ұлттық құндылықтарға да ықпал етуде. Бұл үдерістер отбасы институтына әсер етіп, дәстүрлі құндылықтардың әлсіреуіне әкелуі мүмкін. Сондықтан отбасын қолдау – мемлекеттің стратегиялық міндеттерінің бірі. Қазақстанда отбасы саясаты ұлттық бірегейлікті сақтаумен, ана мен баланы қорғаумен, әлеуметтік тұрақтылықты қамтамасыз етумен тікелей байланысты.

Жаһанданудың заманында қоғамдағы және жастар арасындағы серпінді өзгерістерге қарамастан, отбасы қоғамның құндылықтарын көрсететін іргелі мемлекеттік институт болып қала береді. Мемлекет әлеуметтік болуға ұмтылып, ана, бала және әке болуды қорғауды, сондай-ақ отбасыларды жан-жақты қолдауды бірінші орынға қояды.

Президенттің саяси көзқарасының арқасында Қазақстанда отбасын, әйелдерді қолдауға және балалардың құқықтарын қорғауға бағытталған институционалдық және саяси тетіктер қалыптасты. Қоғам ана болуды бағалауға, дені сау балалардың дүниеге келуіне ықпал етуге, отбасылық дәстүрлерді дамытуға, балаларды адамгершілік рухында тәрбиелеуге, сондай-ақ мемлекеттіліктің негізі ретінде неке мен отбасын нығайтуға арналған.

Қазақстан Республикасында отбасылық саясат әлеуметтік саясаттың негізгі құрамдас бөлігі болып табылады [1]. Ол қоғамның тұрақты дамуын қамтамасыз етуде ерекше рөл атқарады. Мемлекет отбасын әлеуметтік институт ретінде қорғауға, қолдауға және нығайтуға бағытталған кешенді шараларды жүзеге асырады. Жаһандану отбасылық құндылықтарға екіжақты әсер етеді. Бір жағынан, халықаралық тәжірибе, цифрлық білім беру және денсаулық сақтау мүмкіндіктері кеңейді. Екінші жағынан, батыстық өмір салты мен индивидуализмнің күшеюі дәстүрлі отбасылық үлгілерді әлсіретеді. Қазақстан үшін бұл – ұлттық қауіпсіздік мәселесі. Себебі отбасы – демографиялық өсімнің, әлеуметтік тұрақтылықтың және мәдени құндылықтардың басты тірегі.

Отбасылық саясаттың басты мақсаты – отбасының берік іргетасын қалыптастыру, оның әлеуметтік-экономикалық жағдайын жақсарту, сондай-ақ аналықты, әкелік пен балалықты қорғау. Бұл саясат аясында мемлекет азаматтарға денсаулық сақтау, білім беру, мәдени даму және рухани-адамгершілік тұрғыдан қолайлы жағдай жасауға ұмтылады.

Жаһандану – әлемдегі экономикалық, мәдени, саяси және ақпараттық кеңістіктердің дамуы және күшеюі [2]. Бұл үдеріс қоғамның барлық саласына әсерін тигізуде, соның ішінде отбасы институтына айтарлықтай ықпалы тиіп жатыр. Қазіргі жаһандану жағдайында отбасына әсер ететін негізгі факторлар бірнешеу:

Экономикалық факторы:

– еңбек нарығының өзгеруі – халықаралық еңбек миграциясы күшейді, жұмыссыздық саны артты, инфляция деңгейінің өсуімен байланысты ата-аналардың өз отбасына тұрақты әлеуметтік-экономикалық жағдай жасап, балаларына сенімді болашақ қамтамасыз ету мүмкіндігін шектейді. Осыған байланысты көптеген азаматтар шетелге жұмыс істеуге кетуге мәжбүр болып отыр. Нәтижесінде ата-ана мен бала арасында жылдар бойына жалғасқан үлкен арақашықтық пен сағыныш пайда болады.

– тұтынушылық мәдениеттің ықпалы – жаһандану дәуірінде отбасылардың материалдық қажеттіліктері мен өмір сүру стандарттары әлемдік трендтерге бейімделіп, қаржылық қысым күшейді.

Әлеуметтік және мәдени факторлар:

– Отбасылық құндылықтардың өзгеруі – бұрынғыдай дәстүрлі түрдегі көпбалалы отбасылардың саны жылдан жылға азайды, қоғамның көп бөлігі отбасы байланысын емес, мансап пен атақты бірінші сапқа негіздеуінен пайда болған өзгерістер.

– Батыстық мәдениеттің әсері – еркіндік, дербестік, кеш некеге тұру/азаматтық некеде болу, бір жыныстық некелердің көбеюі салдарынан отбасының өмір салты өзгерді, соның нәтижесінде қоғамдағы отбасы моделінің бейнесі құлдырауда.

Демографиялық факторлар:

– Некелесу мен бала туу көрсеткішінің азаюы, көші-қон мен халықаралық байланыстардың артуынан туындаған аралас некелердің болуы,

ажырасу санының шектен тыс нормадан ауытқуы барлығы демографиялық кризиске алып келе жатыр.

Психологиялық және моральдық факторлар:

– Құндылықтар дағдарысы – жастардың материалдық табысқа, мансаптық өсуге, жетістікке бағытталған өмір салты отбасы құндылығының екінші орынға түсуіне алып келді. Нәтижесінде рухани аштық пен эмоционалдық байланыс азайып, жалғыздыққа алып келеді.

– Өмір ырғағының және отбасылық көзқарастың өзгерісі – қоғамдағы күнделікті зорлық-зомбылықтың жиі көрініс алу себебінен қазіргі таңда жастар шаңырақ көтеруге қорқады немесе тіпті құрғысы келмейді. Ақпараттық қысым мен экономикалық тұрақсыздық отбасы мүшелерінің психологиялық жүктемесін арттырды. Бұл факторлардың барлығы отбасыдағы жанжал санының өршуіне және ажырасуға себеп болып табылады.

Мемлекеттік және құқықтық факторлар:

– Әлеуметтік қолдау жүйесі мен отбасылық саясат – мемлекет отбасын қолдау мақсатында әлеуметтік жәрдемақылар, тұрғын үймен қамтамасыз ету, ананы және баланы қорғау бағдарламаларын жүзеге асырады. Алайда бұл шаралардың тиімділігі көбіне экономикалық мүмкіндіктер мен бюджеттік саясатқа тәуелді болады.

Жаһандану отбасы институтының құрылымы мен функциясына екіжақты әсер етеді: бір жағынан, жаңа мүмкіндіктер ашады (білім, теңдік, мобильділік), екінші жағынан дәстүрлі құндылықтар мен бірліктің әлсіреу қаупін тудырады. Сондықтан заманауи қоғамда отбасылық саясат ұлттық мәдени ерекшеліктерді сақтай отырып, жаһандану үрдістеріне бейімделуі тиіс.

Қазақстанда отбасылық құндылықтарды дәріптеу мен нығайту мемлекеттік саясаттың басым бағыты болып отыр. Бұл тұрғыда жыл сайын Отбасы күні аталып өтеді. Оның мақсаты – ұлттық дәстүрлерді, руханиятты және жас ұрпақ тәрбиесін қоғам назарында ұстау [3].

Сонымен бірге, 2014 жылдан бастап өткізілетін «Мерейлі отбасы» ұлттық байқауы отбасы институтын нығайтудың маңызды құралына айналды. Байқаудың негізгі міндеті – отбасының оң бейнесін насихаттау, отбасылық құндылықтарды жаңғырту және қазақстандық қоғамда ізгі дәстүрлерді бекіту. 2021 жылдан бастап байқау ережелеріне енгізілген өзгерістерге сәйкес, үміткерлерді тек отбасылар ғана емес, сонымен қатар білім беру, денсаулық сақтау, мәдениет ұйымдары, еңбек ұжымдары, кәсіпорындар мен үкіметтік емес ұйымдар да ұсына алады. Осылайша, өңірлік деңгейде жеңімпаз атанған барлық отбасылар байқаудың лауреаты мәртебесіне ие болады.

Тағы да айтар болсақ, «Отбасы күні» мерекесі дәстүрлі түрде аталып өтеді. Оның мақсаты – қоғам назарын отбасының маңызына аудару, ата-ана мен бала арасындағы байланысты нығайту. Бұл күн түрлі әлеуметтік іс-шаралар мен мәдени жобалардың жүзеге асуына негіз болады. Мемлекет ұлттық жобалар мен стратегиялық бағдарламалар аясында да отбасыға қолдау көрсетеді. Мысалы:

– «Дені сау ұлт» жобасы – ана мен баланың денсаулығын жақсартуға бағытталған;

– «Білімді ұлт» жобасы – балалардың сапалы білім алуына және олардың болашағын қамтамасыз етуге ықпал етеді;

– «Әлеуметтік қолдау жүйесін дамыту» жобасы – көпбалалы, әлеуметтік жағдайы төмен және ауылдық жерлердегі отбасыларды қолдауға негізделген.

Бұл жобалардың жүзеге асырылуы отбасы институтын нығайтуға, ажырасу деңгейін төмендетуге, бала тәрбиесіне қоғамның жауапкершілігін арттыруға мүмкіндік береді. Алдағы уақытта да мемлекеттік жобалар отбасылық құндылықтарды жаңғырту мен әлеуметтік тұрақтылықты сақтаудың маңызды тетігі болып қала бермек.

Қазақстанда отбасылық саясатты іске асыруға арнайы мемлекеттік орган жауапты [4]. Сонымен қатар, Қазақстандық қоғамдық даму институтының құрылымында құрылған арнайы орталық қазақстандық отбасылардың жағдайына талдау жасап, олардың даму келешегін айқындайды. Бұл орталықтың қызметі отбасылық-тұрмыстық зорлық-зомбылықтың алдын алу, көпбалалы және ауылдық отбасылардың әлеуметтік жағдайын зерттеу, ажырасудың себептері мен оның салдарын анықтау, сондай-ақ ата-аналық тәрбиенің үлгілерін қарастыру сияқты маңызды бағыттарды қамтиды.

Отбасылық саясат тек мемлекеттік деңгейде ғана емес, қоғамдық ұйымдардың қатысуымен де жүзеге асады. Жыл сайын үкіметтік емес ұйымдар мемлекеттік әлеуметтік тапсырыс пен гранттар негізінде көптеген әлеуметтік жобаларды іске асырады. Өңірлерде отбасылық аула клубтары мен отбасылық қарым-қатынас клубтары жұмыс істейді. Олар отбасыларды әлеуметтік тұрғыдан қолдауға, ата-аналарға білім беру мен психологиялық көмек көрсетуге, балалар мен жасөспірімдерге бос уақытты тиімді ұйымдастыруға бағытталған.

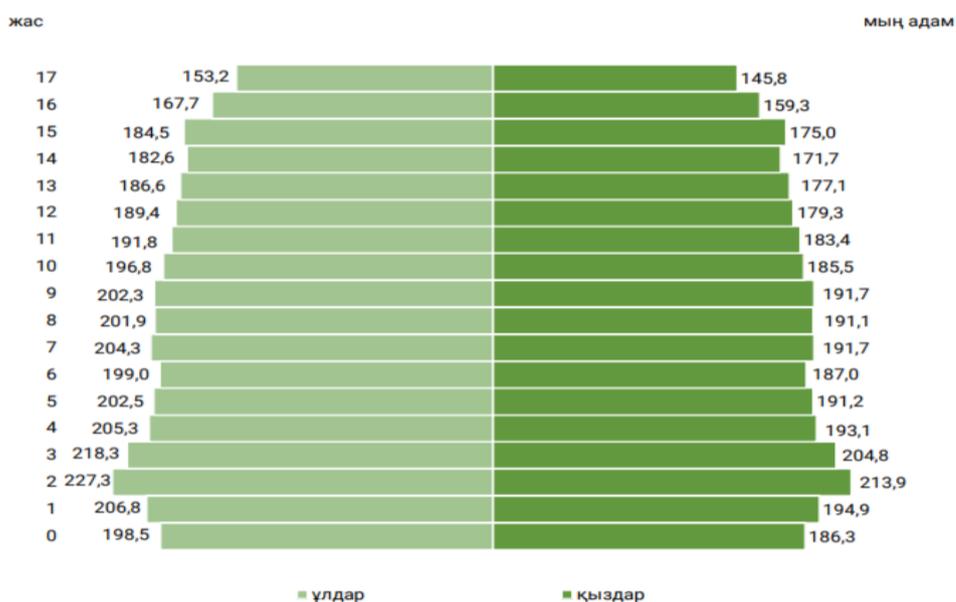
Қазақстандағы отбасылық саясат мемлекеттік саясаттың стратегиялық бағыты ретінде отбасы институтын нығайтуға, ұлттық құндылықтарды дәріптеуге және жас ұрпақты тәрбиелеуге арналады [5]. Бұл саясат мемлекет, қоғам және отбасының өзара серіктестікке негізделген әрекеттестігін қамтамасыз етеді. Алдағы уақытта отбасылық саясатты дамыту қазақстандық қоғамның әлеуметтік тұрақтылығы мен рухани тұтастығын сақтауда шешуші рөл атқара бермек. Білім беру жүйесінде әкелердің қоғамдық бірлестіктері дамып, мектеп оқушыларын рухани және патриоттық тұрғыдан тәрбиелеуге белсенді атсалысып келеді.

XXI ғасырда жаһандану ұғымы адамзат дамуының негізгі бағыттарының біріне айналды [6]. Ол – экономикалық, саяси, мәдени және әлеуметтік салаларда жүріп жатқан кең ауқымды өзара ықпалдастық пен бірігу үдерісін білдіреді. Қазіргі таңда кез келген елдің дамуы мен халықаралық қатынастар жүйесіндегі орны жаһандану факторларымен тығыз байланысты. Сондықтан бүгінде «халықаралық», «ғаламдық», «әлемдік» деген анықтамалар экономикада, саясатта және әлеуметтік өмірде жиі қолданылуда.

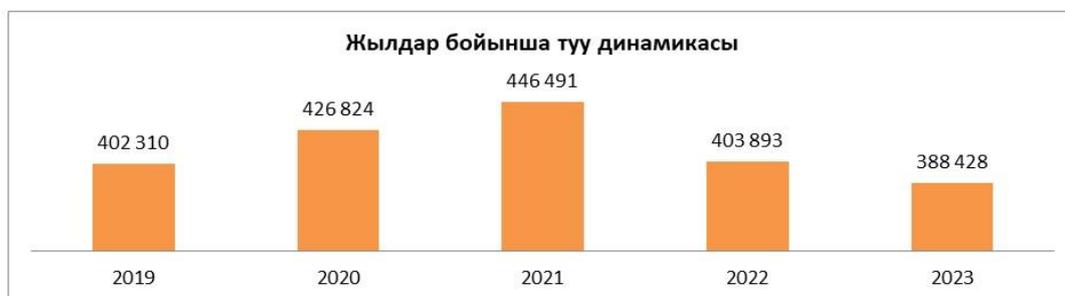
Жаһандану – әлемнің біртұтас экономикалық, ақпараттық және мәдени кеңістікке айналу процесі. Бұл құбылыс мемлекеттердің өзара тәуелділігін арттырып, жаңа технологиялар мен ақпараттық-коммуникациялық жүйелердің жедел дамуына жол ашты. Сонымен қатар, ол қоғамның өмір салтына,

құндылықтарына және дәстүрлі қатынастарына, соның ішінде отбасы институтына да тікелей әсер етуде. Заманның, өмір салты мен әдет-ғұрыптың өзгеруіне, ғылыми-техникалық прогрестің үдей түсуіне қарамастан, отбасы – адам өміріндегі ең тұрақты әрі қасиетті құндылық болып қала береді. Өйткені отбасы – тұлғаның алғашқы әлеуметтену ордасы, рухани және моральдық құндылықтардың қалыптасу негізі. Уақыт талабымен көптеген қоғамдық қатынастар өзгеріске ұшырағанымен, отбасының адам өміріндегі орны мен маңызы ешқашан өзектілігін жоймайды.

Өкінішке орай, 2024 жылғы мәліметтер бойынша, Қазақстанда ата-анасының қамқорлығынсыз қалған 21 387 бала бар, олардың басым көпшілігі (82%) отбасыларда тәрбиеленеді [7]. 18 жасқа дейінгі балалардың жалпы саны 6 841 527 адамды құрайды, бұл халықтың 34,1% құрайды (1-сурет). Бала туудың төмендеу тенденциясы да байқалады, 2024 жылы 365,9 мың бала дүниеге келді, бұл 2023 жылмен салыстырғанда (388,4 мың) аз. 2024 жылы туудың жалпы коэффициенті 1000 адамға шаққанда 18,15 құрады, бұл өткен жылғы көрсеткіштен төмен (2 сурет).



Сурет 1. 2024 жылдың басындағы балалардың жыныс-жас құрылымы.



Сурет 2. Жылдар бойынша туу динамикасы.

Қазіргі таңда отбасы институтының жағдайын зерттеу, оның даму ерекшеліктерін айқындау және туындайтын мәселелерді шешу – мемлекеттік саясаттың маңызды бағыты [8]. Әсіресе, ата-аналар мен балалар арасындағы қарым-қатынас, отбасы құндылықтарын дәріптеу, ажырасу деңгейінің өсуі, монородительдік (толық емес) отбасылардың көбеюі және алимент төлеу проблемалары ерекше назарды қажет етеді. Әлеуметтік зерттеулердің нәтижелері қазақстандықтардың басым бөлігі үшін отбасы – өмірдің маңызды саласы екенін көрсетеді. «Отбасылық-демографиялық саясат» бойынша жүргізілген сауалнама деректері бойынша (1 диаграмма):

Диаграмма 1. Отбасылық-демографиялық саясат.



- 50,3% ата-ана балаларымен үнемі бірге уақыт өткізеді (1).
- 32,7% ата-ана күн сайын бірге болуға тырысады (2).
- 8,3% ата-ана демалыс және мереке күндерін бірге өткізеді (3).
- тек 0,4% ата-ана ғана балаларына уақыт таппайды (4).
- қалған 8,3 % толыққанды жауап бермеді (5).

2024 жылы АХАТ органдары Қазақстан Республикасында 123,6 мың неке тіркеді, бұл алдыңғы жылмен салыстырғанда 2,2% артық. Некелесудің жалпы коэффициенті 6,13 құрады (1000 адамға). Некелескендердің көпшілігі Астана қаласында, 1000 адамға шаққанда 7,34 неке коэффициенті, сондай-ақ Алматы (6,98) және Ұлытау облыстарында (6,70) байқалды. Некеге тұрудың ең төменгі деңгейі Батыс Қазақстан облысында – 1000 адамға шаққанда 5,58 неке [9].

Отбасын құрғандардың ішінде ерлердің 78% және әйелдердің 79,1% некеге алғаш рет тұрған, ажырасқаннан кейін қайта үйленген ерлердің үлесі – 20,8%, тұрмысқа шыққан әйелдерде –19,4%. Қалалық жерлерде 82,1 мың неке (66,4%), ауылдық жерлерде 41,5 мың неке (33,6%) тіркелген. Алғаш неке құрған

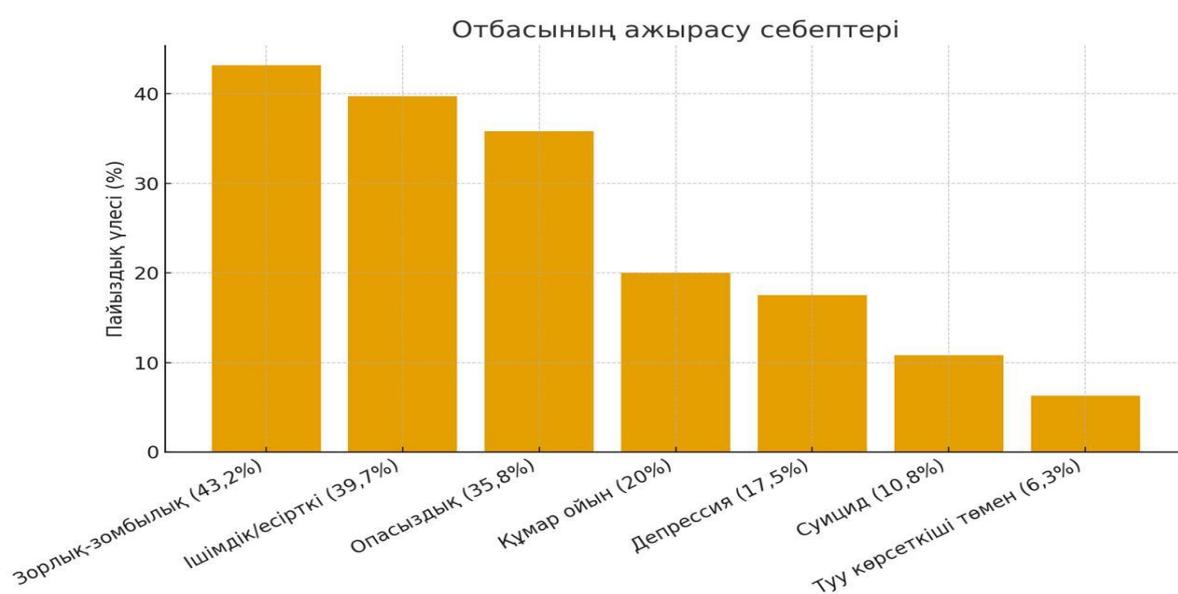
ерлердің орташа жасы 27,9 жас болса, әйелдер үшін – 25,2 жас. 2024 жылы неке жаз айларында ең көп тіркелген: маусым – 11 675, шілде – 13 739, тамыз – 12 936 бірлік. Барлық тіркелген некенің 81,8% моноэтникалық болса, қалған 18,2% – этносаралық. Ажырасуға келетін болсақ, 2024 жылы олардың саны 40,5 мың болды. Қалалық жерлерде 30,1 мың ажырасу (74,4%), ауылдық жерлерде – 10,4 мың ажырасу (25,6%) тіркелген. Ажырасудың жалпы коэффициенті 2,01 құрады (1000 адамға).

Ажырасудың ең жоғары деңгейі ШҚО-да, 1000 адамға шаққанда 3,12 коэффициентімен, сондай-ақ Қарағанды (3, 11) және Павлодар (3,09) облыстарында байқалды. ажырасудың ең төменгі деңгейі Түркістан облысында – 1000 адамға шаққанда 0,90. Зерттеулер көрсеткендей, отбасындағы дағдарыс жағдайлары әрқашан некенің бұзылуына алып келмейді, алайда көптеген отбасыларда ажырасудың өзіндік себептері бар. Ең жиі кездесетін себептерге:

- жұбайлардың опасыздығы немесе екінші отбасының пайда болуы,
- туыстардың отбасы өміріне араласуы,
- жүйелі тұрмыстық зорлық-зомбылық,
- алкогольге салыну, қызғаншақтық,
- материалдық қиындықтар (жұмыссыздық, табыстың жеткіліксіздігі, тұрғын үй мәселесі) жатады.

Статистикаға сүйенсек, ажырасу көбіне ортақ баласы жоқ отбасылар арасында тіркеледі (34,9%). Ал екі және одан да көп баласы бар отбасыларда бұл көрсеткіш 33,3%-ды, бір баласы бар отбасыларда – 31,8%-ды құрайды. Бұл деректер баланың болуы қазақстандықтар үшін ажырасуға кедергі фактор емес екенін көрсетеді. «Қазақстандық отбасылар – 2020» ұлттық баяндамасына сәйкес:

Диаграмма 2. Отбасының ажырасу себептері.



Сауалнамаға қатысқандардың 14,7%-ы ешқандай жағдайда ажырасуды ақтауға болмайды деп есептейді. Ажырасудың негізгі салдары ретінде респонденттердің 75,5%-ы толық емес отбасылар санының өсуін атап өтті.

Қазақстандағы отбасы институты қазіргі таңда бірқатар әлеуметтік-демографиялық қиындықтарға тап болып отыр. Мемлекеттік саясаттың негізгі мақсаты – отбасының қоғамдағы ролін нығайту, ажырасу деңгейін төмендету, ата-аналардың бала тәрбиесіне жауапкершілігін арттыру және толық емес отбасылар мәселесін шешу. Бұл бағыттағы шаралар кешенді сипатта болып, әлеуметтік қолдау, құқықтық қорғау, психологиялық көмек пен тәрбиелік жұмыстарды қамтуы тиіс. Отбасы саясатын жетілдіру – қазақстандық қоғамның әлеуметтік тұрақтылығын қамтамасыз етудің және ұлттық құндылықтарды сақтаудың басты кепілі [10].

Жаһандану дәуірінде отбасы институтын нығайту – Қазақстанның ұлттық қауіпсіздігі мен тұрақты дамуының кепілі. Мемлекеттік саясат осы бағытта заңнамалық, бағдарламалық және аймақтық деңгейде жүйелі жүзеге асырылуда. Алдағы міндет – халықаралық тәжірибені ескере отырып, ұлттық құндылықтарды сақтайтын жаңа механизмдер енгізу.

Жаһандану дәуірінде отбасы институты көптеген сынақтарға ұшырауда. Ақпараттық кеңістіктің ашықтығы, батыстық өмір салтының енуі, әлеуметтік және экономикалық дағдарыстар дәстүрлі құндылықтарға ықпал етіп, олардың әлсіреуіне алып келуі мүмкін. Осындай жағдайда отбасы мәселесін тек әлеуметтік емес, сонымен қатар саяси, экономикалық және ұлттық қауіпсіздік тұрғысынан қарастыру қажеттігі туындайды.

Қазақстан үшін отбасы – халықтың мәдени коды мен рухани тұтастығын сақтайтын тірек. Сондықтан да мемлекеттік саясаттың басым бағыттарының бірі – отбасы институтын қорғау және қолдау болып табылады. Жүргізілген талдау көрсеткендей, мемлекет отбасыға жан-жақты қолдау көрсетуде: заңнамалық актілер қабылдау, арнайы бағдарламаларды жүзеге асыру, қоғамдық бастамаларды қолдау, әлеуметтік жобаларды қаржыландыру сияқты тетіктер тұрақты дамуда.

Осылайша, қазіргі статистикалық мәліметтер отбасы институтындағы шешімін күткен мәселелерді де айқын көрсетеді: ажырасулар санының артуы, бала туу көрсеткішінің төмендеуі, толық емес отбасылардың көбеюі, ата-аналық жауапкершіліктің әлсіреуі. Бұл факторлар мемлекеттің стратегиялық міндеттерін қайта қарастырып, жаңа тәсілдер енгізуді қажет етеді. Алдағы міндет – халықаралық тәжірибені ескеріп, бірақ ұлттық болмысқа сәйкес келетін отбасылық саясат тетіктерін қалыптастыру. Қоғам мен мемлекеттің өзара серіктестігі, азаматтық қоғам институттарының белсенділігі және отбасының өзін-өзі дамыту әлеуетін күшейту – қазақстандық отбасылардың тұрақтылығын қамтамасыз етудің негізгі жолдары болып табылады.

Қорытындылай келе, отбасын нығайту, ана мен баланы қорғау – Қазақстанның әлеуметтік тұрақтылығы мен ұлттық қауіпсіздігінің кепілі. Отбасылық саясатты жетілдіру арқылы ғана қоғамның тұтастығын сақтап, ұлттың болашағын қамтамасыз етуге болады.

Пайдаланылған әдебиеттер

- 1 Калдыбаева О.В., Калдыбаев М.С. (2018). Традиции vs глобализация: ценностные ориентации населения современного Казахстана. *Society and Security Insights*, 1(2), 113-138.
- 2 Рудавина Т.А., Липич Т.И. Семья в условиях глобализации //ББК 67.400 Н 86. – 2024. – С. 213.
- 3 Вяльшина А. А. Глобализация и семьи с детьми: основные тенденции и факторы влияния // Региональные агросистемы: экономика и социология. – 2020. – №. 4. – С. 90-95.
- 4 Бельгибаева Ж.Ж., Турсынбаева А. А. Государственная семейная политика Казахстана //Доклады НАН РК. – 2016. – Т. 1. – №. 359. – С. 131-136.
- 5 Zhanazarova Z.Z. Социальная защита семьи в современном Казахстане // ҚазҰУ Хабаршысы. Психология және әлеуметтану сериясы. – 2016. – Т. 58. – №. 3.
- 6 Сорокин П.А. Кризис нашего времени. Человек. Цивилизация. Общество. – М., 1992. – с. 429-435.
- 7 Ұлттық статистика бюросы Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі.
- 8 Искакова, Ж. (2019). Государственная семейная политика Казахстана: анализ текущего состояния и тенденции развития. *Казахстан-Спектр* № 4.
- 9 Министерство Юстиции Республики Казахстан «Об утверждении Концепции семейной и гендерной политики в Республике Казахстан до 2030 года».
- 10 Тұқымов Е. Жаһандық демографиялық сын-қатерлер: қазақстан үшін тәжірибе // Қоғам және дәуір. – 2024. – Т. 83. – №. 3.

ГРНТИ 06.81

CROSS-BORDER TRADE AND FINANCIAL INTEGRATION BETWEEN KAZAKHSTAN AND CHINA: MANAGERIAL AND POLICY PERSPECTIVES

Zhao Jie

Doctor of Business Administration (DBA), Al-Farabi Kazakh National University, Almaty

The strategic partnership between Kazakhstan and China, underpinned by the Belt and Road Initiative and the Middle Corridor, represents a critical axis of Eurasian economic integration. While macro-level policy frameworks and infrastructure projects are well-documented, a significant disconnect persists between these strategic ambitions and the operational realities faced by businesses. This study addresses this gap by analyzing cross-border trade and financial integration from intertwined managerial and policy perspectives. It identifies key managerial challenges including navigating the dual EAEU-BRI regulatory environment, currency volatility, logistical bottlenecks, and cross-cultural barriers and critically evaluates the corresponding policy architecture. The paper's core theoretical contribution is the “Managerial-Policy Feedback Loop” model, which conceptualizes integration as a dynamic, iterative co-evolution process. We argue that institutionalizing a formal channel for business feedback is essential for refining policies and achieving sustainable, effective economic cooperation between Kazakhstan and China.

Key words: Cross-Border Trade, Financial Integration, Kazakhstan-China Relations, Belt and Road Initiative (BRI), Eurasian Economic Union (EAEU).

Introduction.

The strategic partnership between Kazakhstan and China has evolved into a cornerstone of Eurasian economic dynamics, largely catalyzed by China’s Belt and Road Initiative (BRI) and the growing prominence of the Trans-Caspian International Transport Route, or Middle Corridor. These frameworks have elevated bilateral trade and financial cooperation from a peripheral concern to a central component of both nations' foreign economic strategies. Within this context, macroeconomic indicators and geopolitical analyses have dominated academic and policy discourse, often celebrating infrastructure investments and aggregated trade volumes. However, this macro-level focus obscures a more complex and under-examined reality occurring at the operational level [1]. A significant disconnect persists between the strategic policy ambitions championed by governments and the daily managerial challenges confronted

by enterprises engaged in cross-border activities. This gap between policy intent and business execution constitutes a critical void in the current understanding of Kazakhstan-China economic integration.

While intergovernmental agreements successfully outline a vision for connectivity, their translation into efficient business operations remains fraught with difficulties. Existing scholarship frequently details the broad benefits of cooperation but seldom systematically investigates the specific managerial impediments that hinder the realization of these policy goals. Consequently, there is a pressing need for research that bridges this divide, offering a nuanced analysis that connects the implementation of national policy instruments with the strategic responses of corporate management. This study seeks to address this scholarly omission by developing a conceptual framework specifically designed to analyze the interplay between cross-border managerial strategies and national policy architectures. The research is guided by several pivotal questions. It first aims to identify the primary managerial impediments to trade and financial integration from the distinct viewpoint of Kazakhstani firms. Subsequently, it interrogates how existing and proposed policies either alleviate or inadvertently exacerbate these operational challenges. Ultimately, it explores the potential for a constructive feedback loop, wherein insights from business practice actively inform and shape future policy formulation, thereby creating a more synergistic and effective integration process. The strategic and economic partnership between Kazakhstan and China represents a pivotal axis of regional integration, fundamentally reshaped by China's Belt and Road Initiative (BRI) and the concurrent development of the Trans-Caspian International Transport Route, or Middle Corridor. These grand strategic frameworks have transcended mere diplomatic communiqués, materializing into substantial infrastructure projects and institutional agreements that aim to redefine Eurasian connectivity. The prevailing academic and policy-oriented discourse has predominantly celebrated this relationship through a macro-level lens, focusing on aggregate trade flows, sovereign investment volumes, and geopolitical ramifications. This top-down perspective, while valuable, offers an incomplete narrative. It largely overlooks the critical micro-level interface where national policies interact with corporate practice, creating a significant knowledge gap. A palpable disconnect exists between the strategic ambitions articulated in policy frameworks and the operational realities confronted by managers navigating the complex Kazakhstan-China economic landscape. This schism between policy rhetoric and business execution forms the core problematique of this inquiry.

The translation of high-level policy directives into tangible business outcomes is neither automatic nor seamless. The extant literature provides ample analysis of intergovernmental agreements but demonstrates a scarcity of rigorous studies that systematically dissect the managerial challenges inherent in this specific cross-border context. The operationalization of policy how agreements on paper are enacted in corporate boardrooms and supply chain logistics remains an underexplored frontier. This research seeks to fill this void by constructing a conceptual framework designed explicitly to analyze the dynamic interplay between cross-border managerial strategies and national policy instruments. The investigation is propelled by several

interconnected questions. Primarily, it seeks to delineate the fundamental managerial impediments to trade and financial integration as perceived and experienced by Kazakhstani enterprises. Building on this, the research will critically assess the efficacy of existing and proposed policies in addressing or, conversely, perpetuating these operational bottlenecks. The ultimate objective is to theorize the mechanisms of a feedback loop, exploring how ground-level business practices and managerial experiences can be systematically integrated into the policy formulation process to foster a more resilient and mutually beneficial economic integration.

Theoretical Framework: Bridging International Business and Economic Policy.

A robust theoretical foundation for analyzing cross-border trade and financial integration necessitates a dualistic framework that reconciles macro-level policy architectures with micro-level managerial decision-making. The complex interplay between Kazakhstan and China cannot be fully apprehended through a single theoretical lens; rather, it demands a synthesis of perspectives from economic policy and international business theory. At the macro level, the process is guided by theories of economic integration, which delineate a continuum from preferential trade agreements to complete economic unions. The relationship between Kazakhstan, a member of the Eurasian Economic Union (EAEU), and China, the architect of the Belt and Road Initiative (BRI), presents a compelling case of overlapping and occasionally competing integration models. This institutional duality creates a unique policy environment where firms must navigate the EAEU's common external tariff alongside BRI-driven bilateral agreements. Concurrently, financial integration theory provides a lens for examining mechanisms such as capital account liberalization and bilateral currency swap agreements [2]. These policies aim to reduce transaction costs and mitigate exchange rate risks, yet their practical effectiveness is contingent upon their adoption and implementation at the firm level. The supranational nature of both the EAEU and the BRI introduces a layer of institutional complexity that directly influences the regulatory landscape in which businesses operate.

On the micro-managerial dimension, established international business theories elucidate how individual firms perceive and respond to these macro-level opportunities and constraints. The Eclectic Paradigm, or OLI framework, offers a structured approach to understanding foreign direct investment decisions by Kazakhstani enterprises in China and vice versa. It posits that cross-border investment is driven by the confluence of Ownership-specific advantages, Location-specific advantages, and the Internalization incentive. The evolving policy landscape directly shapes these factors, particularly the Locational advantages of Kazakhstan as a gateway within the BRI. Complementing this, Institutional Theory provides critical insights into how firms strategically adapt to the formal and informal institutional pressures inherent in both the Kazakhstani and Chinese contexts. Firms develop strategies ranging from passive compliance to active negotiation to manage the distinct regulatory, normative, and cognitive institutions that characterize the two economies. Furthermore, the concept of cross-cultural management moves beyond purely economic or institutional analysis to address the profound challenges of differing communication styles, negotiation tactics,

and organizational behaviors that can impede effective partnership and operational efficiency, even when favorable policies exist.

The novel contribution of this analysis lies in synthesizing these distinct dimensions into a dynamic “Managerial-Policy Feedback Loop” model. Conventional models often implicitly assume a linear, top-down relationship where policy creates an environment to which business merely reacts. This perspective is insufficient. True integration is a dynamic, iterative process. The proposed model posits that while policy frameworks establish the initial rules of the game, the lived experiences of managers and firms their encountered obstacles, their innovative solutions, and their strategic failures generate a vital stream of feedback. This feedback, when formally or informally channeled back to policymakers, should inform subsequent policy refinements. For instance, persistent managerial difficulties in navigating EAEU and BRI customs procedures at the Khorgos gateway, or the limited uptake of RMB settlement among Kazakhstani SMEs despite available swap agreements, represent critical data points. A functional feedback loop ensures that policy is not static but evolves through learning, becoming more pragmatic and effective. This conceptualization elevates the analysis from a static description of policy and practice to a dynamic theory of co-evolution, where the continuous interaction between managerial action and policy adaptation drives the genuine deepening of cross-border trade and financial integration.

The Managerial Landscape: Strategies and Challenges for Kazakhstani Enterprises.

The operational reality for Kazakhstani enterprises engaging with the Chinese market is defined by a complex tapestry of strategic challenges that test the limits of conventional managerial capability. This landscape requires a sophisticated understanding of multi-layered regulatory regimes, volatile financial mechanisms, physical logistical networks, and profound cultural differences. A primary and defining challenge stems from the necessity to navigate a dual regulatory environment, where the supranational legal framework of the Eurasian Economic Union (EAEU) intersects with a web of bilateral agreements established under the Belt and Road Initiative (BRI). Managers are tasked with reconciling often divergent rules of origin, customs classification procedures, and technical standards between these two systems. This regulatory duality imposes significant administrative burdens and creates legal ambiguities that can paralyze supply chain efficiency [3]. For instance, complying with EAEU standards for a good destined for China may not satisfy Chinese import regulations, forcing companies to maintain parallel production processes or seek costly certifications twice. The managerial response involves developing specialized in-house legal expertise or engaging external consultants, effectively internalizing the cost of institutional misalignment, which diminishes the competitive advantage these trade agreements theoretically provide.

Financially, the landscape is equally fraught with hurdles that constrain strategic flexibility. Currency management presents a persistent problem, as firms face triple exposure to fluctuations in the Tenge, Renminbi (RMB), and often the Russian Rouble.

The limited use of RMB in settlements, despite available bilateral swap agreements, forces a reliance on intermediate convertible currencies like the US Dollar, layering additional transaction costs and exchange rate risks [4]. This financial friction is compounded by differential access to capital. While Chinese policy banks offer financing for projects aligned with BRI objectives, these are often tied to the procurement of Chinese goods and services. Local Kazakh banks, conversely, may lack the international capacity or risk appetite to offer competitive financing for such cross-border ventures. This creates a strategic dilemma for managers, who must weigh the conditional benefits of Chinese capital against the development of local financial partnerships. The management of cross-border payments remains cumbersome, with legacy systems and evolving regulatory requirements leading to delays and increased operational costs, directly impacting profit margins and cash flow stability.

These regulatory and financial challenges manifest most tangibly in the realm of logistics and supply chain management. Critical nodes such as the Khorgos gateway, while symbolically important, often become bottlenecks where infrastructure capacity fails to meet policy ambitions. Managerial strategies must account for chronic congestion, inconsistent cargo handling speeds, and the still-evolving digitalization of customs processes. The gap between the concept of a “digital silk road” and the on-the-ground reality of paper-based documentation at borders creates significant inefficiencies. Consequently, developing a resilient logistics strategy is not merely an operational concern but a core strategic imperative. Managers are forced to build redundancy into their supply chains, exploring alternative routes or modes of transport and holding higher inventory buffers to mitigate the risks of disruption. This operational resilience comes at a direct cost, eroding the economic benefits of geographic proximity.

Underpinning all these tangible challenges is the critical dimension of cross-cultural competence. The successful navigation of regulatory, financial, and operational hurdles is ultimately dependent on the ability to build trust and facilitate effective communication with Chinese partners. Profound differences in negotiation styles from the pace of discussions to the approach to contract terms can derail potential ventures. The management of joint ventures demands an acute understanding of divergent corporate governance models and decision-making hierarchies. Differences in business ethics, communication practices, and concepts of relationship-building (*guanxi*) represent a latent risk that can undermine even the most sound contractual agreements. Therefore, investing in cultural intelligence, language skills, and relationship management is not a soft luxury but a fundamental requirement for de-risking operations and ensuring long-term partnership sustainability in the complex Kazakhstan-China economic corridor.

The Policy Architecture: Instruments, Gaps, and Future Pathways.

The policy architecture governing Kazakhstan-China economic relations is a complex tapestry of bilateral and multilateral agreements, yet a critical examination through a managerial lens reveals significant disjunctures between institutional design and operational efficacy. The foundational framework is built upon the overarching memoranda of the Belt and Road Initiative, which are operationalized through more

specific bilateral trade and investment agreements [5]. This structure is further complicated by Kazakhstan's membership in the Eurasian Economic Union, creating a layered regulatory system. Key financial mechanisms, such as the currency swap agreement between the National Bank of Kazakhstan and the People's Bank of China, alongside the establishment of the Astana International Financial Centre with its English common law basis, represent ambitious institutional innovations aimed at deepening financial integration. However, the mere existence of these instruments does not automatically translate into seamless business facilitation. The central policy challenge lies not in a lack of high-level agreements, but in their implementation and their responsiveness to the ground-level realities faced by enterprises.

When evaluated from the perspective of managerial challenges, discernible gaps emerge within this policy edifice. The persistent logistical bottlenecks at key nodes like the Khorgos land port, for instance, indicate that trade facilitation policies have prioritized physical infrastructure over the synergistic development of streamlined and fully digitalized customs administration. The simultaneous application of EAEU and Chinese customs procedures, without a unified digital interface, creates the very administrative delays that policies purport to eliminate [6]. In the financial domain, while the currency swap agreement provides a macro-level liquidity buffer, its trickle-down effect to small and medium-sized enterprises remains limited. Policies promoting RMB usage have not yet been coupled with sufficient incentives or risk-mitigation tools to make it a pragmatically attractive alternative to the US Dollar for Kazakhstani firms, which continue to face high transaction costs and volatility. A more profound policy gap is the absence of a structured, institutionalized mechanism for incorporating frontline managerial feedback into the policy cycle. The experiences of businesses grappling with regulatory duality and financial hurdles represent an invaluable source of intelligence that currently lacks a formal conduit to policymakers, leading to a perpetuation of operational inefficiencies.

Addressing these disjunctures necessitates a shift towards a more responsive and managerially-informed policy paradigm. A pivotal recommendation involves the development of a digital "single window" system specifically designed to harmonize data requirements for trade crossing the EAEU-China border. This would directly address the administrative burden identified by managers, collapsing multiple procedures into a single submission point. To enhance financial integration, policy should focus on creating tangible incentives for using RMB-denominated instruments within the AIFC ecosystem. This could involve preferential regulatory treatment for RMB-linked sukuk issuances or the development of RMB-denominated hedging products tailored to the needs of Kazakhstani SMEs. Most critically, establishing a permanent public-private dialogue forum, with formal representation from Kazakhstani business associations and major corporate entities, would institutionalize the feedback loop between practice and policy. This body would be tasked with systematically collecting managerial testimony on implementation barriers and presenting evidence-based recommendations for regulatory refinement, thereby ensuring that the policy architecture evolves in tandem with the dynamic realities of cross-border trade.

Conclusion.

This study elucidates the critical disjuncture between the strategic vision of Kazakhstan-China cross-border integration and the operational realities confronting enterprises. The analysis has identified a suite of persistent managerial challenges, including navigating the dual EAEU-BRI regulatory environment, managing currency volatility and limited financing options, overcoming logistical bottlenecks, and bridging significant cross-cultural divides. Correspondingly, the policy architecture, while extensive in its scope, reveals pronounced gaps in its practical implementation, particularly regarding trade facilitation, financial instrument accessibility for SMEs, and the absence of formal channels for business feedback. The theoretical contribution of this work lies in its development of the “Managerial-Policy Feedback Loop” model, which posits integration as a dynamic, iterative process rather than a static policy outcome. This framework offers a transferable analytical tool for examining similar asymmetric bilateral relationships across emerging economies.

From a practical standpoint, the findings offer clear directives. Kazakhstani managers must proactively develop sophisticated regulatory intelligence and cultivate deep cultural literacy to navigate this complex terrain effectively. For policymakers, the imperative is to transition from crafting agreements to optimizing their execution, prioritizing the development of a digital single window, fostering RMB liquidity within the AIFC, and, most crucially, institutionalizing a structured public-private dialogue forum. Future research should build upon this conceptual foundation by conducting sector-specific investigations into areas like agriculture and fintech, exploring the transformative potential of digitalization for customs and logistics, and compiling detailed case studies of corporate strategies to generate granular, empirically-grounded insights for enhancing this vital economic corridor.

References

- 1 Yermekbayev A., Sarybayev M., Suriguga C. China-Kazakhstan Strategic Partnership and Bilateral Economic Cooperation // *Journal of Central Asian Studies*. – 2022. – Vol. 85, № 1. – P. 18-27.
- 2 Noroozi H., Askari E. China-Kazakhstan Collaboration for Bilateral and Inter-Regional Coherence // *Journal of Iran and Central Eurasia Studies*. – 2023. – Vol. 6, № 1. – P. 99-112.
- 3 Ventura L. Supply Chain Management and Sustainability: The New Boundaries of the Firm // *Uniform Law Review*. – 2021. – Vol. 26, № 3. – P. 599–634.
- 4 Dafermos Y., Gabor D., Michell J. FX Swaps, Shadow Banks and the Global Dollar Footprint // *Environment and Planning A: Economy and Space*. – 2023. – Vol. 55, № 4. – P. 949–968.
- 5 Zeng L. Conceptual Analysis of China’s Belt and Road Initiative: A Road Towards a Regional Community of Common Destiny // *Contemporary International Law and China’s Peaceful Development* / Ed. by L. Zhang. – Singapore: Springer Singapore, 2020. – P. 305–331.
- 6 Vovchenko N., Ivanova O., Kostoglodova E., et al. Improving the Customs

Regulation Framework in the Eurasian Economic Union in the Context of Sustainable Economic Development // Sustainability. – 2022. – Vol. 14, № 2. – P. 755.

ҒТАМР 06.73.21

ТУРИЗМ ИНДУСТРИЯСЫНДА ЦИФРЛЫҚ МАРКЕТИНГТІ ҚОЛДАНУҒА ҚАТЫСТЫ ЗЕРТТЕУЛЕРГЕ КЕШЕНДІ ШОЛУ

Ж.З. Жанасова, А.Н. Боранбаева

*Магистранттар, К. Сагадиев атындағы Халықаралық Бизнес Университеті,
Алматы қ.*

Ш.А. Смагулова

*Ғылыми жетекші, э.ғ.д., профессор, К. Сагадиев атындағы Халықаралық Бизнес
Университеті, Алматы қ.*

Бұл зерттеу Қазақстандағы туризмнің дамуына цифрлық маркетингтің әсерін жан-жақты талдауға бағытталған. Жұмыстың ғылыми маңыздылығы – цифрландыру процесінің ішкі туризмнің бәсекеге қабілеттілігіне, аймақтық туристік қызметтердің тартымдылығына және туристік нарықтағы коммуникациялық стратегиялардың тиімділігіне ықпалын жүйелі бағалауында. Практикалық маңыздылығы – зерттеу нәтижелері мемлекеттік органдар, туристік ұйымдар және жергілікті қауымдастықтар үшін цифрлық маркетинг құралдарын қолдану арқылы туристік ағынды арттыруға, қызмет сапасын жақсартуға және өңірлік туристік өнімдерді алға жылжыту стратегияларын жетілдіруге нақты ұсыныстар беруінде.

Кешенді шолудың мақсаты – цифрлық маркетингтің Қазақстандағы туризм индустриясының дамуына әсер ету тетіктерін айқындау және оның тиімділігін растайтын эмпирикалық және теориялық деректерді жүйелеу. Зерттеу әдіснамасы Scopus дерекқорындағы жарияланымдарға негізделген жүйелі әдеби шолу (systematic review) тәсіліне құрылған. 2023–2025 жылдар аралығында жарық көрген еңбектер талданды, ал іздеу барысында digitalization, digital marketing, domestic tourism, Kazakhstan сияқты негізгі түйінді сөздер қолданылды. PRISMA хаттамасына сәйкес бастапқы іріктеу жүргізіліп, оның нәтижесінде тақырыпқа толық сәйкес келетін 43 ғылыми мақала терең талдауға қосылды. Сонымен қатар зерттеулердің мазмұндық құрылымы мен географиялық өрісін анықтау мақсатында VOSviewer бағдарламасы көмегімен түйінді сөздердің өзара байланыс жиілігіне (co-occurrence) талдау жасалды. Қазақстандағы ішкі туризмді цифрландыруға арналған ғылыми еңбектердің тұңғыш рет концептуалдық картасын құруында және цифрлық маркетингтің ұлттық туризм стратегиясымен үйлесімділігін дәлелдеуде. Зерттеу нәтижелері цифрлық маркетингтің ішкі туризм экономикасын дамытудың негізгі қозғаушы күші екенін, туристік сұранысты интенсификациялауда, тұтынушылармен өзара

әрекетті күшейтуде және аймақтардың туристік имиджін қалыптастыруда шешуші рөл атқаратынын көрсетті. VOSviewer негізінде жасалған визуализациялар Қазақстандағы туризмді цифрландыру зерттеулерінің тұжырымдамалық ландшафтын нақты айқындап, болашақ зерттеу бағыттарына бағдар береді.

Түйін сөздер: цифрландыру, цифрлық маркетинг, ішкі туризм, экономикалық даму, инновациялық технологиялар, туризмді ілгерілету.

Кіріспе.

Соңғы жылдары туризм жаһандық экономиканың ең серпінді және технологиялық тұрғыдан дамып келе жатқан саласына айналды. Дүниежүзілік туристік ұйымның (UNWTO) 2025 жылғы деректеріне сәйкес, халықаралық туристік келулер пандемияға дейінгі деңгейге толық жетіп, 2025 жылдың алғашқы жартысында өткен жылмен салыстырғанда шамамен 5%-ға артқан (Tourism Statistics, URL: <https://www.unwto.org/statistics>). Бұл өсім туризм саласының тұрақтылығы мен цифрлық трансформацияның тиімділігін дәлелдейді. Қазіргі таңда туристердің шамамен 70%-ы сапарды жоспарлау мен брондау кезінде онлайн платформалар мен мобильді қосымшаларды пайдаланады, бұл цифрлық маркетингтің рөлін айтарлықтай күшейтті (Экономикалық ынтымақтастық және даму ұйымы, URL: <https://www.oecd.org>).

Бүкіләлемдік экономикалық форумның Travel & Tourism Development Index 2024 есебінде туризмді дамытуда цифрландыру мен инновациялар елдердің негізгі бәсекелестік артықшылығына айналғаны көрсетілген (WEF, 2024). Экономикалық ынтымақтастық және даму ұйымының (OECD) мәліметтері бойынша, туризм әлемдік жалпы ішкі өнімнің шамамен 7%-ын және жұмыспен қамтылғандардың 6%-ын қамтамасыз етеді, ал цифрлық технологиялар бұл үлесті арттыруда маңызды рөл атқаруда (Экономикалық ынтымақтастық және даму ұйымы, URL: <https://www.oecd.org>). Цифрлық маркетингтің тиімді қолданылуы елдер мен компанияларға халықаралық нарықта өз позициясын нығайтып, туристік ағындарды басқаруда жаңа мүмкіндіктерге жол ашып отыр. Цифрлық құралдар туристердің қажеттіліктерін анықтап, сапардан кейінгі пікірлері мен мінез-құлқын терең талдауға мүмкіндік береді, бұл өңірлер мен туристік қауымдастықтардың бәсекеге қабілеттілігін арттырады. [Охрименко, Е. И. (2025). Туризм саласында цифрлық маркетинг құралдарын қолдану. Экономика, құқық және социология хабаршысы, (3), 371–377.] Деректерді талдау технологияларының дамуы туристік өнімді нақты сұранысқа бейімдеуге, ал онлайн-коммуникация арналары туристермен тұрақты кері байланыс орнатуға жағдай жасайды. Нәтижесінде, өңірлер өз бәсекеге қабілеттілігін арттырып қана қоймай, туристік тәжірибе сапасын жаңа деңгейге көтере алады.

Қазақстанда туризм саласы соңғы жылдары айтарлықтай дамып келеді 2024 жылы негізгі капиталға салынған инвестициялар көлемі 947,5 млрд теңге болып, 2023 жылмен салыстырғанда 20,3 %-ға өскені ресми статистикада

көрсетілген. Ішкі туризм де қарқынды дамуда 2024 жылдың алғашқы тоғыз айында ішкі туристер саны 5,973 млн адамды құрап, өткен жылмен салыстырғанда 562 мыңға артқан (Қазақстан Республикасы Туризм және спорт министрлігі, URL:

https://www.gov.kz/memleket/entities/tsm/press/news/details/898051?directionId=_344&lang=ru&utm_source). Бұл үрдіс Қазақстандағы туризм индустриясының экономикалық әлеуетінің артып келе жатқанын ғана емес, сонымен қатар ішкі нарықта туристік қызметтерге деген сұраныстың тұрақты түрде өсіп отырғанын айғақтайды. Ел статистикасы мобильді деректерді туризм есебіне енгізу арқылы туристік ағындарды нақтырақ бақылауға мүмкіндік беретінін көрсетеді (Ұлттық статистика басқармасы, URL: https://stat.gov.kz/ru/news/tsifrovaya-reforma-statistiki-maksat-turlubaev-predstavil-proekt-po-uchetu-turistov-na-osnove-mobiln/?utm_source). Бұл тәсіл туристік қозғалысты қадағалаудың дәлірек әдістерін қамтамасыз етіп, ішкі және халықаралық туристік тенденцияларды талдауға, сондай-ақ басқару шешімдерін деректерге негіздеуге жағдай жасайды.

Цифрлық маркетингтің нормативтік негіздері де қалыптасқан 2023 жылғы 28 наурыздағы № 269 қаулымен бекітілген «Цифрлық трансформацияны, ақпараттық-коммуникациялық технологияларды және киберқауіпсіздікті дамыту тұжырымдамасы (2023–2029 жж.)» және 2024 жылғы 24 шілдедегі № 592 қаулымен бекітілген «Жасанды интеллектіні дамыту тұжырымдамасы (2024–2029 жж.)» (Жасанды интеллектті дамытудың 2024-2029 жылдарға арналған тұжырымдамасын бекіту туралы, URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2400000592?utm>). Аталған құжаттар цифрлық технологияларды жүйелі түрде дамытудың институционалдық және құқықтық негізін қалыптастырып, туризм саласында цифрлық маркетинг құралдарын қолдануды қолдауға бағытталған мемлекеттік саясаттың маңызды компоненті болып табылады. Сонымен қатар, бұл тұжырымдамалар цифрлық инфрақұрылымды жетілдіру, деректерді талдау мүмкіндіктерін кеңейту және саланың технологиялық жаңғыруын жеделдету үшін бірқатар басымдықтарды айқындайды.

2024 жылы Қазақстан халықаралық Travel & Tourism Development Index рейтингінде 66-орыннан 52-орынға көтеріліп, айтарлықтай ілгеріледі (Қазақстан Республикасы Туризм және спорт министрлігі URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/tsm/activities/344?lang=ru&utm>). Елде туристік қызмет көрсететін орналастыру орындарының саны артты, ал онлайн брондау жүйелері мен цифрлық аналитика арқылы қызмет сапасы мен туристік тәжірибе жақсарды. Цифрлық маркетинг құралдары әлеуметтік желілердегі контент, туристік порталдар және мобильді қосымшалар туристік өнімдерді жылдам ілгерілетуге мүмкіндік береді. Бұл тәсіл туристік ағымды басқаруға, ішкі туризмнің маусымдылығын азайтуға және аймақтар арасындағы теңгерімді қамтамасыз етуге ықпал етеді. Цифрлық технологиялар туристік дестинациялардың қауіпсіздігін арттырумен қатар, олардың ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз етеді [Issakov et al., 2025]. Қазақстан жағдайында цифрлық маркетинг тек жарнамалық құрал емес, сонымен қатар туристік

инфрақұрылым мен қызмет сапасын арттырудың маңызды элементі болып табылады. Мобильді қосымшалар, жасанды интеллект (AI), интернет заттар жүйесі (IoT) және «ақылды қала» шешімдері туристік тәжірибені жақсартып, туристердің сенімін нығайтып, дестинацияның тартымдылығын арттырады. Мұндай технологияларды Алматы, Астана, Шымкент және Түркістан сияқты туристік орталықтарда кеңінен қолдану елдің туристік имиджін едәуір күшейтеді.

Сонымен бірге, цифрлық трансформация деректерге негізделген басқару мен маркетингтік шешімдер қабылдауға жағдай жасап, туристік брендтің халықаралық деңгейде танылуына мүмкіндік береді. Алайда, Қазақстанда туризмді цифрлық маркетинг арқылы дамыту барысында бірқатар проблемалар да байқалады. Біріншіден, өңірлік деңгейде цифрлық инфрақұрылымның дамуы біркелкі емес. Екіншіден, туризм саласындағы цифрлық маркетинг мамандарының біліктілігі жеткіліксіз. Үшіншіден, туристік деректерді талдау мен мониторинг жүргізу жүйесі толық қалыптаспаған. Төртіншіден, онлайн-платформалардағы ақпараттың сапасы мен жаңартылу жиілігі әрқелкі. Сондай-ақ, цифрлық контент стратегиялары мен олардың тиімділігін бағалау жүйесі жетілдіруді қажет етеді. Дегенмен, технологияларды енгізу жеткіліксіз – оларды тиімді пайдалану мен тұрғындардың, кәсіпкерлердің цифрлық мәдениетін қалыптастыру маңызды. Бұл бағытта мемлекеттік бастамалар мен жеке сектордың серіктестігі ерекше мәнге ие. Цифрлық технологияларды туризм саласында енгізу тек техникалық жаңашылдық емес, ол елдің туристік брендингін қалыптастырудың, экономикалық тұрақтылық пен туристердің сенімін арттырудың стратегиялық тетігі болып табылады. Осы тұрғыдан алғанда, цифрлық маркетингтің әлеуетін тиімді пайдалану Қазақстанды Орталық Азиядағы жетекші туристік бағыттардың біріне айналдыруға мүмкіндік береді. Осы факторлар зерттеу тақырыбының ғылыми және практикалық өзектілігін айқындайды.

Бұл кешенді шолудың негізгі мақсаты – Қазақстандағы туризм саласында цифрлық маркетингтің қазіргі жағдайын талдап, оның тиімділігін анықтау және туристік өнімдерді жылжыту мен туристік тәжірибені жақсартудағы әсерін зерттеу. Сонымен қатар, цифрлық маркетингтің қолдану деңгейі мен даму перспективаларын бағалап, елдің туристік секторын цифрлық трансформациялау бойынша ұсыныстар жасау.

Зерттеудің болжамдық нәтижесі Қазақстандағы туризм саласында цифрлық маркетингтің қолданылуы туристік өнімдерді тиімді ілгерілетуге, ішкі және келу туризмін арттыруға, сондай-ақ туристік тәжірибенің сапасын жақсартуға айтарлықтай ықпал ететіні анықталады деп болжанады. Цифрлық құралдарды – әлеуметтік желілер, мобильді қосымшалар, Big Data және жасанды интеллект элементтерін – жүйелі пайдалану арқылы туристік қызмет көрсетушілердің бәсекеге қабілеттілігі артып, туристік ақпараттың қолжетімділігі мен сапасы жақсарады, деректерге негізделген басқару жүйесі қалыптасады, ал туристік брендтің танымалдығы мен сенімділігі күшейтеді. Бұл

өз кезегінде Қазақстанды Орталық Азиядағы жетекші цифрлық туристік хабтардың біріне айналдыруға негіз болмақ.

Әдебиеттік шолу.

Ішкі туризмнің ұлттық экономикадағы маңызы.

Қазақстандағы ішкі туризм ұлттық экономиканың маңызды құрамдас бөлігіне айналууда. Зерттеулерге қарағанда, елдің ішкі туристік нарығы жылына шамамен 6–8 миллион адамды қамтиды, алайда ішкі саяхаттарда онлайн сервистерді пайдалану деңгейі әлі де төмен [Mussabayeva et al., 2024, 2 б.]. Бұл бір жағынан ішкі туризмнің ауқымды аудиториясын көрсетсе, екінші жағынан оның цифрландыру арқылы одан әрі өсіп, экономикалық әлеуетін арттыру мүмкіндігі мол екенін аңғартады. Ішкі туризм сұранысты ел ішінде ұстап, табысты сыртқа шығармайтындықтан, оның дамуы ұлттық кіріс пен жұмыспен қамтуға тікелей ықпал етеді.

Ішкі туризм, әсіресе цифрлық технологиялар тиімді қолданылған жағдайда, өңірлердің әлеуметтік-экономикалық дамуына мультипликативті әсер ете алады. Мысалы, зерттеушілердің пайымдауынша, «цифрландыру бұрын танымал болмаған өңірлердің дамуын қолдайды. Әлеуметтік желілер мен тәжірибе алмасу платформалары арқылы туристер жаңа бағыттарды аша алады, бұл өңірлік экономиканың дамуына ықпал етеді» төмен [Yakubovskiy & Kurychenko, 2024, 94 б.]. Демек, ішкі туристер санының өсуі мен олардың жаңа аймақтарға тартылуы жергілікті кәсіпкерлікті жандандырып, аймақтық бюджетті толықтырады, нәтижесінде жалпыұлттық экономикаға қосылатын үлес артады. Сонымен қатар, 2023 жылы Қазақстанға келген 9,2 миллион шетелдіктің небәрі 1,1 миллионы ғана қонақүйлерде орналасты деген дерек «ішкі және кіру туризмін цифрландырудың өзекті екенін дәлелдейді» [Shilibekova et al., 2024, 2064 б.]. Бұл көрсеткіш туристік қызметтердің цифрлық қолжетімділігін арттыру арқылы ішкі нарықтың толық әлеуетін жүзеге асыру қажеттігін айқындайды. Сондықтан кейбір зерттеушілер мемлекет туризмді экономиканың басым секторы деп танып, оны цифрлық маркетинг пен технологиялар арқылы дамытуға белсенді қаржы бөлуді ұсынады [Lasisi, Odei & Eluwole, 2025, 290 б.]. Мұндай стратегиялық қолдау ішкі туризмнің ұлттық экономикадағы рөлін күшейтіп, жаңа инновациялық өнімдер мен қызметтердің пайда болуына жол ашады.

Туризм саласын цифрландырудың жаһандық тенденциялары.

Жаһандық туризм индустриясы соңғы онжылдықтарда қарқынды цифрлық трансформация үрдісінен өтіп жатыр. Цифрлық технологиялар туристік қызмет көрсетудің барлық кезеңдеріне еніп, саяхатшылардың мінез-құлқы мен сала құрылымын түбегейлі өзгертуде. Мәселен, «онлайн-брондау платформалары туристер мен қызмет көрсетушілер арасындағы өзара байланысты түбегейлі өзгертті. Саяхаттарды жоспарлау үдерісін жеңілдету арқылы онлайн брондау халықаралық туризмнің кеңеюіне және туристер санының артуына ықпал етті» [Yakubovskiy & Kurychenko, 2024, 94 б.]. Бұл тенденция цифрлық платформалардың жаһандық деңгейде туризм сұранысын кеңейтуде шешуші рөл атқарып отырғанын көрсетеді. Сонымен бірге, «цифрлық технологиялардың

дамуы туризмді әлемнің көптеген аймақтарында неғұрлым қолжетімді және тартымды етіп отыр... Негізгі рөлді Интернет атқарады, ол саяхатшыларға ел мен аймақ туралы алдын ала зерттеу жүргізуге мүмкіндік береді, бұл олардың таңдауларын неғұрлым саналы етеді» [Shilibekova, Plokhikh & Dávid, 2024, 2061 б.]. Яғни интернеттің және цифрлық ақпарат көздерінің арқасында туристер бұрынғыдан әлдеқайда хабардар болып, саяхаттау мүмкіндіктерін бүкіл әлем бойынша оңай пайдалана алуда.

Цифрландырудың жаһандық деңгейдегі тағы бір үрдісі – туризм индустриясының тиімділікті арттыру және жаңа нарықтарға шығу мақсатында цифрлық инвестицияларды ұлғайтуы. Зерттеулерге сәйкес, туризм саласы ғаламдану мен технологиялық ілгерілеу жағдайында цифрлық технологияларға инвестиция салу арқылы басқаруды тиімдірек жүзеге асыруға және нарық ауқымын кеңейтуге қол жеткізген «Бұл үрдіс тұрақты экономикалық өсуді қамтамасыз ететін маңызды факторға айналды» [Julianti & Pinrak, 2024]. Бұдан бөлек, COVID-19 пандемиясы цифрландыру үдерісін тіпті жеделдете түсті: «COVID-19 дағдарысы кезінде үкіметтің смарт-технологияларды дамытуға көзқарасы өзгеріп, цифрлық инфрақұрылымға және халықтың цифрлық дағдыларын жетілдіруге инвестиция көбейді» [Torabi et al., 2023]. Осылайша, жаһандық дағдарыс жағдайында көптеген елдер туристік секторды цифрлық тұрғыда жаңғыртуға басымдық беріп, болашақта бәсекеге қабілеттілікті сақтау үшін цифрлық мүмкіндіктерді кеңейтіп жатыр. Жалпы алғанда, әлемдік туризмде онлайн-платформаларға сүйену, деректерге негізделген басқару шешімдері және «Smart tourism» тұжырымдамасын енгізу секілді үрдістер айқын байқалады. Бұл Қазақстан үшін де маңызды бағыт-бағдар болып табылады, себебі жаһандық тенденцияларды ескермеу ұлттық туризмнің бәсекелестік қабілетіне әсер етуі мүмкін.

Қазақстандағы цифрландырудың ағымдағы жағдайы және инфрақұрылым.

Қазақстан туризм саласын цифрландыру бойынша біртіндеп ілгерілеу жолында, алайда инфрақұрылым мен қолдану деңгейі аймақтар бойынша әркелкі дамыған. Елдегі ішкі туристер саны жылына миллиондап саналғанымен, сол туристердің цифрлық сервис пайдалану үлесі төмендігі байқалады [Mussabayeva et al., 2024, 2 б.]. Бұл ішкі туризмді цифрландырудың әлеуеті толық іске аспағанын және туристік қызметтерді онлайн режимге көшіру мүмкіндіктері жеткілікті екендігін көрсетеді. Соңғы жылдары мемлекеттік және салалық деңгейде туристік ақпараттық жүйелер мен платформалар енгізіле бастады. Мысалы, «eQonaq жүйесінің енгізілуі Қазақстанның туризм секторындағы цифрландыру мен рәсімдерді жеңілдетудің жаңа кезеңін бастады. Бұл тәжірибе елдің халықаралық тартымдылығын арттырып, экономикалық өсімге серпін берді» [Mussabayeva et al., 2024, 5 б.]. eQonaq сияқты бастамалар туристік деректерді жинауды, шетелдік келушілерді тіркеуді жеңілдетіп, жалпы туристік қызмет көрсету сапасын жоғарылатуда. Нәтижесінде, Қазақстанның цифрлық шешімдер енгізудегі қадамдары шетелдік туристерге де қолайлы жағдай жасап, туризмнің ұлттық экономикаға қосар үлесін ұлғайтуға ықпал етуде. Дегенмен, ел

ішінде цифрлық инфрақұрылымның даму деңгейі аумақтық айырмашылықтарға ие. Зерттеулер көрсеткендей, цифрлық қызметтердің сапасы Алматы қаласында ең жоғары бағаланған (шамамен 74%), ал Түркістан мен Астана қалаларында бұл көрсеткіш төменірек – 60–62% шамасында ғана тіркелген [Mauletkazy et al., 2025]. Бұл айырмашылықтар кей өңірлерде интернет байланысы, цифрлық сауаттылық пен қызметтердің жетіспеуі сияқты мәселелер бар екенін және тұтас ел бойынша біркелкі цифрлық даму қажеттігін аңғартады. Соған қарамастан, Алматы мен Астана қалалары цифрлық инфрақұрылым мен инновациялық экономикада көшбасшы болып отыр. «Алматы мен Астана қалалары цифрлық инфрақұрылым мен инновациялық экономикада көшбасшы болып табылады. Олардың үлгісі басқа өңірлерге смарт-инфрақұрылымды дамыту мен цифрлық қызметтерді енгізуде бағыт-бағдар бола алады» [Urdabayev et al., 2024]. Яғни, ірі мегаполистердің тәжірибесі көрсетіп отырғандай, жоғары жылдамдықты интернет, мобильді қосымшалар мен электрондық сервистер туризмді дамытуда тиімді құрал саналады және оларды еліміздің өзге аймақтарында да тарату маңызды. Цифрландыру арқылы өңірлік теңсіздікті азайтуға болатыны да атап өтіледі: «Смарт-қалалар тұжырымдамасы цифрландыру мен инновацияны үйлестіру арқылы аймақтық теңсіздікті азайтып, әлеуметтік-экономикалық дамуға серпін береді. Бұл үрдіс ішкі туризмді де дамытудың жаңа бағыты болып табылады» [Urdabayev et al., 2024]. Қорыта айтқанда, Қазақстанда туризмді цифрландыру бағытында алғашқы оң қадамдар жасалғанымен, инфрақұрылымды бүкіл ел аумағында жетілдіру және қолжетімділікті арттыру міндеті өзекті болып қалуда.

Цифрлық технологиялардың экономикалық әсері мен туризмдегі трансформациясы.

Цифрлық технологиялар туризм индустриясының экономикалық тиімділігін айтарлықтай арттырып, саланың құрылымын жаңаша қалыптастырып жатыр. Ең алдымен, цифрландырудың басты экономикалық әсері – транзакциялық шығындарды азайту және өнімділікті арттыру екені атап өтіледі [Shilibekova & Plokhikh, 2024]. Яғни, онлайн төлем жүйелері, электронды құжат айналымы және цифрлық басқару құралдары бизнес жүргізудің шығындарын төмендетіп, қызмет көрсету жылдамдығы мен сапасын көтереді. Мысалы, туристік фирмалар мен қонақүй бизнесінде онлайн брондау мен төлемдердің кең таралуы әкімшілік шығындарды қысқартып, адами қателіктерді азайтуда. Зерттеу нәтижелері бойынша, «туризм және рекреация саласында цифрлық технологияларды енгізу жасанды интеллект, мобильді технологиялар, бұлтты сервистер, кеңейтілген және виртуалды шындық, үлкен деректер мен әлеуметтік желілерді қамтиды. Қызметтерді дараландыру мен бейімдеу бизнестің тиімділігін айтарлықтай арттырады» [Polukhina et al., 2025]. Демек, туристік компаниялар дербестендірілген қызмет ұсыну үшін үлкен деректерді (big data) талдап, тұтынушылардың қалауына бейімделген маркетингтік стратегиялар қолданса, нарықтағы бәсекелік артықшылыққа және кірістің өсуіне қол жеткізеді.

Сонымен қатар, цифрлық трансформацияның тағы бір маңызды экономикалық нәтижесі – жаңа нарық мүмкіндіктерінің ашылуы және жалпы саланың өсуі. Цифрландыру туристік қызметтердің қолжетімділігін арттырып қана қоймай, туризм өнімдерін өндіру мен тұтыну моделін де өзгертеді. Мысалы, Қазақстанда цифрландыру нәтижесінде енгізілген eQонақ сияқты жүйелер туристік ағындарды тиімді бақылап, деректер негізінде басқару шешімдерін қабылдау мүмкіндігін берді – бұл өз кезегінде туристер санын және олардың шығындарын көбейтуге оң әсерін тигізеді [Mussabayeva et al., 2024, 5 б.]. Сандық технологиялар аймақтық туризмді дамытудың экономикалық тиімділігін күшейтетінін де авторлар атап көрсетеді: «цифрлық технологияларды енгізу аймақтық туризмді дамытудың экономикалық әсерін күшейтеді. Электрондық платформалар мен big data құралдары туристік ағынды болжауға және ресурстарды тиімді бөлуге мүмкіндік береді» [Shilibekova & Plokhikh, 2024]. Мысалы, онлайн іздеу деректерін талдау арқылы туризм сұранысының маусымдық өзгерістерін алдын ала болжап, орналастыру орындары мен көлік компаниялары ресурстарын сол сәйкес уақыттарға бөлулері экономикалық пайданы оңтайландырады.

Цифрлық технологиялардың туризмдегі трансформациясы тек қаржылық көрсеткіштерді жақсарту емес, сондай-ақ орнықты даму мен экологиялық тиімділік тұрғысынан да маңызды. Мәселен, «цифрландыру туризмнің қоршаған ортаға әсерін азайтуға көмектеседі. Электрондық билеттерді, онлайн брондауды және мобильді қосымшаларды пайдалану қағаз құжат айналымын азайтып, экологиялық тұрақтылықты күшейтеді» [Polukhina et al., 2025]. Қағаз тұтынудың азаюы және виртуалды коммуникациялардың көбеюі шығындарды үнемдеумен қатар, туризмнің экологиялық ізін кішірейтуге ықпал етеді. Бұған қосымша, цифрлық инновациялар жаңа бизнес-модельдердің пайда болуына жол ашты. Мысалы, мобильді қосымшалар арқылы жеке тұрғын үйді жалға беру (Airbnb үлгісі) немесе онлайн тур-пакет жинақтау сервисі сияқты тың модельдер пайда болып, дәстүрлі туристік бизнеске бәсекелестік туғызды. «Цифрлық технологиялар тек туристік сапаны жақсартуға емес, сонымен қатар аймақтық экономикалық өсімді ынталандыруға бағытталған маңызды құралға айналды. Мобильді қосымшалар мен AR нұсқаулықтар туристік қызметтерге жаңа экономикалық серпін берді» (Mauletkazy et al., 2025). Бұл тұжырым цифрландырудың нәтижесінде туризм саласына қосылған қосымша құн мен табыс көздерінің артқанын растайды. Қорыта айтқанда, цифрлық технологиялар туризмдегі трансформацияның қозғаушы күші болып, өнімділікті арттыру, шығындарды оңтайландыру, жаңа мүмкіндіктерді іске қосу және тұрақты экономикалық өсімді қамтамасыз ету тұрғысынан орасан зор рөл атқарады.

Цифрлық маркетинг пен әлеуметтік медиа арқылы туризмді дамыту.

Цифрлық маркетинг пен әлеуметтік желілер туристік қызметтерді ілгерілетудің негізгі құралына айналып, сұраныс қалыптастыруда және туристерді тартуда айрықша орын алып отыр. Дәстүрлі жарнама тәсілдерімен салыстырғанда, онлайн маркетинг аудиторияны анағұрлым кең қамтып, кері байланыс арқылы тұтынушы ықыласын нақтырақ есепке алуға мүмкіндік береді.

Зерттеуші Байрактардың атап өтуінше, «әлеуметтік медиа мен онлайн платформалар цифрлық контент-маркетингтің негізгі құралдарына айналды, себебі олар компания мен клиент арасындағы екіжақты байланыс орнатуға мүмкіндік береді» [Bayraktar, 2024]. Туризм компаниялары Facebook, Instagram сияқты әлеуметтік желілерді белсенді қолдану арқылы өз аудиториясын еселеп кеңейтуге, брендтің танымалдығын арттыруға және тұтынушылармен тиімді байланыс орнатуға қол жеткізіп отыр. Цифрлық платформалар туристік фирмаларға клиенттердің пікірлері мен эмоциясын жедел қадағалап, қызмет сапасын жақсарту бағытында деректерді пайдалануға жол ашады [Bayraktar, 2024]. Мысалы, әлеуетті саяхатшылар компанияның желідегі мазмұнын көріп, тікелей сұрақ қойып немесе пікір білдіре алады, нәтижесінде компания кері байланыс негізінде өз қызметін тұтынушы талғамына сай бейімдейді. Бұл екіжақты коммуникация туристік өнім мен клиент арасындағы алшақтықты азайтып, сенім мен лоялдылықты арттырады.

Әлеуметтік желілердің қуатты әсері туристердің таңдау жасау үлгісінен анық көрінеді. Қазіргі уақытта адамдар саяхат жоспарлау және маршрут таңдау кезінде көбінесе интернеттегі ақпарат пен басқа туристердің тәжірибесіне сүйенеді. «Әлеуметтік медиа қазіргі таңда адамдардың саяхаттарын жоспарлау және брондау тәсілін түбегейлі өзгертті. Көптеген туристер қазір саяхат бағытын таңдау мен тәжірибені жоспарлауда әлеуметтік желілерге сүйенеді» [Afren, 2024, 273 б.]. Шын мәнінде, саяхатшылардың басым бөлігі баруды көздеген ел-жерлер туралы мәліметті Instagram, YouTube, Facebook сияқты платформалардан іздейді, сол арқылы көрген фотолар мен бейнероликтер негізінде шешім қабылдайды. Афреннің зерттеуі бойынша, «бүгінгі таңда саяхатшылардың 80 пайызы әлеуметтік желілерді саяхат жоспарлау үшін пайдаланады, ал 60 пайызы өз саяхаттарын дәл осы әлеуметтік платформалардағы ұсыныстарға сүйеніп брондайды. Бұл цифрлық маркетингтің нақты экономикалық әсерін дәлелдейді» [Afren, 2024, 281 б.]. Яғни, онлайн кеңістіктегі жарнамалық не ақпараттық контент туристер ағымын бағыттап, нақты сатып алушылық әрекетке (турды немесе билет пен қонақүйді брондауға) ықпал етуде. Осы деректер цифрлық маркетингтің туризмдегі ROI (инвестиция қайтарымы) жоғары екенін көрсетеді: әлеуметтік желіде белсенділік танытқан туристік фирмалар мен бағыттар көбірек турист тартып, табыстарын ұлғайтуда.

Цифрлық маркетинг тұтынушының саяхаттау жолының барлық кезеңдерінде маңызды рөл атқарады. Жоспарлау алдындағы кезеңде турист ғаламтор арқылы шабыт алады, кейін бағытты нақтылаған соң онлайн бағалар мен ұсыныстарды салыстырады, брондау барысында да цифрлық платформаларға жүгінеді. «Интернет пен смартфондардың кең таралуы туристердің ақпарат іздеу, салыстыру және брондау әдеттерін түбегейлі өзгертті, сондықтан цифрлық маркетинг тұтынушы жолының барлық кезеңдерінде шешуші рөл атқарады» [Velentza & Metaxas, 2023, 273 б.]. Бұл тұжырым туристік компаниялар үшін интеграцияланған онлайн-маркетинг стратегиясының қажет екеніне меңзейді: туристі алғашқы қызығушылық туындаған сәттен бастап саяхатын аяқтап, пікір қалдырғанға дейінгі бүкіл циклде интернет арқылы

қолдау және тарту маңызды. Мысалы, туристік бағыттардың ресми сайттары немесе әлеуметтік медиа парақшалары сапар алдында ақпарат берсе, сапар кезінде мобильді қосымшалар жол көрсетіп, кейін туризм ұйымдары тұтынушылардан онлайн пікір жинап, оны жаңа маркетингтік шешімдер қабылдауда қолданады. Цифрлық деректерді талдау осы үрдісте айрықша орын алады. «Туризм индустриясында үлкен деректерді пайдалану жай ғана ақпарат жинау емес, ол – маркетингтік стратегияларды дәл баптап, туристердің сұранысына жедел жауап беруге мүмкіндік беретін стратегиялық драйвер» [Хи, 2023, 1–2 б.]. Мысалға, веб-сайтқа кірушілер не іздейді, брондау кезінде қандай параметрлерді таңдайды, қай жарнама тиімді нәтиже әкелді – осындай big data талдауы негізінде маркетингтік жарнама науқанын дер уақытында түзетіп, нақты сегментке бағыттай алады. Нәтижесінде, цифрлық маркетинг құралдарын шебер қолдану туристік ұйымдардың нарықтық бәсекеге қабілеттілігін күшейтіп, дестинацияның жағымды имиджін қалыптастыруға сеп болады. «Туристік тәжірибені цифрлық экожүйе арқылы байыту – тек сервис сапасын жақсарту емес, ол – дестинацияның бәсекеге қабілеттілігін күшейтіп, маркетингтік артықшылық қалыптастыратын маңызды қозғаушы күш» [Ercan, 2023, 5 б.].

Smart туризм, цифрлық платформалар және жасанды интеллект құралдарының рөлі.

Қазіргі кезеңде туризм саласын жаңғыртудың алдыңғы қатарлы бағыты – Smart туризм тұжырымдамасын іске асыру, яғни цифрлық платформалар мен жасанды интеллект сияқты озық технологияларды кешенді пайдалану. «Smart tourism destination» (смарт-дестинация) ұғымы ақпараттық-коммуникациялық технологияларды (АКТ) туристік қызметтерге терең ықпалдастыру арқылы пайда болды. Бұл тұжырымдама бойынша, туристік мекен (қала, аймақ) біртұтас цифрлық инфрақұрылым мен деректер жүйесі негізінде басқарылып, келушілердің тәжірибесін мейлінше қолайлы және жекелендірілген етуге бағытталады. «Туризм өнімдерін өндіру мен тұтынуға технологиялық жетістіктерді енгізу нәтижесінде “Smart tourism destination” ұғымы қалыптасты – яғни ақпараттық және коммуникациялық технологияларды (ICTs) туристік қызметтерге енгізу арқылы келушілердің тәжірибесін және дестинацияның жалпы өнімділігін арттыру» [Lasisi, Odei & Eluwole, 2025, 287 б.]. Смарт-дестинацияның маңызды компоненттері – сенсорлар, интернет желісіне қосылған «ақылды» құрылғылар, деректерді нақты уақыт режимінде талдау жүйелері және туристерге арналған интерактивті платформалар. Мұндай ортаны құру қалалар мен туристік өңірлердің ресурстарды тиімді пайдаланып, туристерге жоғары сапалы қызмет ұсынуына мүмкіндік береді.

Аталған смарт-туризмнің жүрегі – жасанды интеллект (AI) технологиялары. AI туристік деректерді өңдеу, сұранысты болжау, қызметтерді жекелендіру секілді көптеген міндеттерді атқара алады. Florido-Benítez және del Alcázar Martínez атап өткендей, «жасанды интеллект (AI) – туристік дестинациялардың маркетингінде қызмет сапасын арттыру, туристік тәжірибені жақсарту және жаңа бизнес-модельдер құру арқылы экономикалық өнімділікті

көтеретін көпмақсатты құрал» (2024, 2-бет). Мысалы, қонақүйлер AI негізінде жұмыс істейтін чат-боттарды енгізу арқылы туристерге тәулік бойы кеңес беруді жолға қойып, персонал шығындарын қысқартады әрі клиенттердің қанағаттануын арттырады. Сол сияқты, AI туристік кәсіпорындарда үлкен мәліметтер ағынын талдап, менеджерлерге тиімді шешімдер қабылдауға жәрдемдеседі. Зерттеулерде «AI платформалары сату деректерін талдау, табысты басқару және операциялық шығындарды азайтуға мүмкіндік береді, осылайша маркетингтік шығындарды оңтайландырады және экономикалық ресурстарды тиімді пайдалануға жол ашады» деп көрсетілген [Florido-Benítez & del Alcázar Martínez, 2024, 2 б.]. Бұл дегеніміз, AI құралдары (машиналық оқыту модельдері, болжамдау жүйелері) нарықтағы үрдістерді алдын ала болжап, баға саясатын икемді реттеуге, сұраныс төмен кезеңдерде шығындарды қысқартуға мүмкіндік береді. Нәтижесінде туризм бизнесінің кірістілігі артып, артық ресурс шығындары жойылады. Жасанды интеллектіні кеңінен қолдану смарт-дестинациялардың табысын, тиімділігін және тұрақтылығын да арттырып отыр. Мәселен, «смарт-дестинациялар туризм индустриясының табысын, тиімділігін және тұрақтылығын арттыру үшін AI шешімдерін енгізуде. Бұл қалалардың бәсекеге қабілеттілігін күшейтіп, экономикалық өсімді ынталандырады» [Florido-Benítez & del Alcázar Martínez, 2024, 2 б.]. Демек, AI негізделген жобалар (мысалы, туристік ағынды басқару, туризмдегі сұранысты болжау жүйелері) қала экономикасына нақты үлес қосып, туристер саны мен олардың шығындарын ұлғайтуда.

Интернет заттар жүйесі (Internet of Things, IoT) және онымен байланысты құрылғылар да смарт-туризмнің негізгі элементтері саналады. Заттар интернеті дегеніміз – түрлі құрылғыларды (смартфондар, датчиктер, ақылды құрылғылар) интернет арқылы өзара байланыстырып, деректер алмасуын қамтамасыз ететін жүйе. Туризмде IoT технологиялары туристің саяхат тәжірибесін жаңа деңгейге көтеруде. Мәселен, «Интернет заттар жүйесі (IoT) туризм индустриясын айтарлықтай өзгертті, саяхат дизайны мен туристік тәжірибелерді жаңа деңгейге көтерді. IoT технологиялары – ақылды құрылғылар, интеллектуалды көлік жүйелері мен кеңейтілген шындық элементтері – туристік мінез-құлық пен тұрақты туризм дамуына тікелей әсер етуде» (Astanakulov et al., 2025). Қала ішінде туристерге арналған интерактивті экрандар, мобилді қосымша арқылы жол көрсететін смарт-жол белгілері, туристің орналасуын ескеріп ақпарат беретін навигациялық жүйелер – бұлардың бәрі IoT жүзеге асырып отырған жаналықтар. Мысалы, кейбір ірі мұражайлар мен қала көшелерінде орнатылған датчиктер туристер легін санап, шектен тыс тығыздықты анықтаса, нақты уақыт режимінде балама орындар ұсына алады. Сондай-ақ кеңейтілген шындық (AR) элементтері туристерге телефон камерасы арқылы көрінетін объектілер жөнінде дерек алып, өзін интерактивті ортада сезінуге жағдай жасайды. IoT технологияларын қабылдау деңгейі әлем бойынша өсіп келеді, әсіресе Азия-Тынық мұхиты өңірі бұл салада алдыңғы қатарда. 2023 жылғы мәлімет бойынша, аталған аймақта туризмдегі IoT adoption ~70%-ға жеткен, бұл көрсеткіш сол өңірдегі смарт-қалалардың және мобилді нарықтың жылдам дамуына

байланысты қалыптасқан (Astanakulov et al., 2025). Бұл дерек жаһандық туристік ортаның барған сайын «ақылды» болып бара жатқанын және Қазақстанның да осы трендтен қалыспай, IoT шешімдерін енгізуі керектігін аңғартады.

Smart туризмнің тағы бір маңызды қыры – цифрлық платформалар арқылы туристік ақпарат пен қызметтерді ауылдық және шалғай өңірлерге жеткізу. «Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар (АКТ) мен смарт-туризм шешімдері ауылдық аймақтардың туристік әлеуетін арттыруда шешуші рөл атқарады, себебі бұл қызмет көрсету сапасын жақсартып, нарыққа қолжетімділікті кеңейтеді» [Torabi et al., 2023]. Яғни, цифрлық байланыс құралдары және онлайн жарнама ауылдық дестинацияларды жаһандық туристік нарықтың бір бөлшегіне айналдыра алады. Қазақстан үшін бұл өте көкейкесті: еліміздің табиғи көрікті жерлері көбіне ірі қалалардан алыста орналасқан, сондықтан интернеттің қолжетімділігі мен сандық сервистер (веб-сайт, брондау жүйелері, виртуалды турлар) арқылы сол мекендердің танымалдығын арттыруға болады. Пандемия кезеңінде дәл осы смарт-технологияларға инвестицияның артуы байқалды – виртуалды турлар, онлайн көрмелер, 3D турлар көбейді. Туризм бизнесі үшін VR (Virtual Reality) турлар клиенттерге үйден шықпай-ақ нысанмен танысуға мүмкіндік берді, нәтижесінде шекаралар жабық кезде де қызығушылық сақтау қамтамасыз етілді. «COVID-19 пандемиясынан кейін туризм секторындағы цифрландыру қарқыны артты. Онлайн-брондау жүйелері, виртуалды турлар мен мобильді қосымшалар туристік бизнестің бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз етуде шешуші рөл атқаруда» (Shilibekova & Plokhikh, 2024). Бұл тәжірибе көрсеткендей, қиын жағдайларда цифрлық технологиялар туристік салаға тірек болып, жағдай түзелген соң да сол жаңа технологиялар тұрақты үрдіске айналды. Смарт-технологиялардың туристік тәжірибені түбегейлі өзгертетіні де айқындалуда: «смарт-технологиялардың интеграциясы туристік тәжірибені цифрлық деңгейде жаңғыртып, турист пен қала арасындағы байланыс моделін түбегейлі өзгертеді» [Vardopoulos et al., 2023, 6 б.]. Мысалы, туристер бұрын қала картасын қолға ұстап жүрсе, қазір смартфон арқылы керек мәліметін эп-сәтте табады; бұрын гидтің соңынан ерсе, енді қаланың «ақылды» жүйесі бағыт-бағдар беріп, қонақтардың әр қадамына дербес көмек көрсете алады.

Жалпы алғанда, smart туризм және цифрлық инновациялар дәстүрлі туризмнің шекарасын кеңейтіп, оны цифрлық экономиканың ажырамас бөлігіне айналдыруда. Жасанды интеллект, IoT, AR/VR сияқты құралдар туризмді дербестендірілген, ыңғайлы және қауіпсіз етіп, туристердің қанағаттану деңгейін көтереді. «Цифрлық технологиялар туризмдегі қызмет сапасын жақсартудың қосымша элементі ғана емес, ол – туристердің қанағаттану деңгейін қалыптастыратын және салада тұрақты бәсекелестік орнататын негізгі факторға айналды» (Raimova & Shakhriyogova, 2025, 1153 б.). Бұл пайымдау цифрлық құралдардың ендігі жерде туристік ұсыныстың сапасын анықтайтын басты өлшемге айналғанын білдіреді. Сондықтан, Қазақстанның туризм саласы да smart технологиялардың әлеуетін толық пайдалану жолында жүйелі қадамдар жасауы тиіс.

Қазақстандағы озық тәжірибелер.

Қазақстанда туризмді цифрландыру бағытында қолға алынған озық тәжірибелер мен бастамалар баршылық, олар өз нәтижелілігін көрсетіп те үлгеруде. Солардың бірі – жоғарыда аталған eQонақ платформасы. eQонақ – шетелдік туристерді тіркеудің және туристік деректерді жинаудың электронды жүйесі, оны енгізу арқылы Қазақстан туризмінде әкімшілік рәсімдер айтарлықтай жеңілдеді. Бұл жүйе ішкі істер органдары, қонақүй бизнесі және туристер арасындағы ақпарат алмасуды автоматтандырып, қағазбастылықты жойды. Ғылыми талдаулар бойынша, eQонақ-тың іске қосылуы туризм саласындағы цифрландырудың жаңа кезеңін бастап, елдің халықаралық туристік тартымдылығын арттыруға және жалпы экономикалық өсімге серпін беруге мүмкіндік берді (Mussabayeva et al., 2024, 5 б.). Шын мәнінде, бұл тәжірибе Қазақстанның туристік нарығында деректерге негізделген басқару мен сервистер сапасын арттырудың тиімділігін дәлелдеп отыр. eQонақ үлгісі алдағы уақытта да кеңейтіліп, ішкі туристер үшін де бірыңғай электрондық қызметтер платформасын құруға негіз бола алады.

Сонымен қатар, цифрлық сервистерді дамытуда озық келген өңірлер тәжірибесін тарату маңызды. Мәселен, Алматы қаласы бүгінде елдегі ең «smart» қала саналып, туристерге цифрлық сервистерді кең көлемде ұсынып отыр: туристік ақпараттық мобильді қосымшалар, интерактивті карталар, онлайн турлар, электрондық билет жүйелері кеңінен қолданылады. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, Алматының цифрлық сервистер сапасы 74% ең жоғары деңгейде деп бағаланған, яғни Қазақстан стандарттары бойынша көшбасшы. Астана (Нұр-Сұлтан) қаласы да соңғы жылдары «Smart city» тұжырымдамасы аясында инфрақұрылымын жетілдіріп, туристік объектілерге сандық технологияларды енгізуде (QR-кодтық дерек алу жүйелері, электронды гидтер және т.б.). Бірақ кейбір жаңадан дамып келе жатқан туристік аймақтарда (Түркістан және т.б.) бұл көрсеткіштер әлі төмендеу – 60%-дың айналасында. Осыған орай, озық өңірлердің тәжірибесін бүкіл ел бойынша іске асыру күн тәртібінде тұр. Мысалы, Алматы мен Астананың цифрлық инфрақұрылымда көшбасшы болуы олардың үлгісін басқа өңірлерге таратудың маңыздылығын көрсетеді (Urdabayev et al., 2024). Мемлекет осы бағытта бірқатар қадамдар жасауда: «Цифрлық Қазақстан» бағдарламасы аясында интернетпен қамту, мобильдік байланыс сапасын көтеру жұмыстары жүріп жатыр, туристік нысандарға апаратын жолдар бойына навигацияның сандық элементтері орнатылуда.

Туристік қызметтерде озық технологияларды қолдану жағынан да қазақстандық жобалар пайда болуда. Қазіргі заманғы турист тек табиғи немесе мәдени көрікті жерді тамашалап қана қоймай, цифрлық қолдау мен дербестендірілген ақпарат күтетінін ескерген кейбір отандық компаниялар мобильді қосымшалар мен AR (кеңейтілген шындық) технологияларын ендіруде. «Қазіргі заманғы туристер саяхат барысында тек физикалық жайлылықты ғана емес, сонымен қатар цифрлық қолдау мен жекелендірілген қызметтерді күтеді. Осыған байланысты мобильді қосымшалар, цифрлық карталар және толықтырылған шындық (AR) құралдары туризм саласында кеңінен қолданыла

бастады» [Mauletkazy et al., 2025]. Мысал ретінде, Алматыдағы кейбір мұражайларда AR-гид қызметі енгізілген: келуші смартфонның камерасын экспонатқа қаратып, сол объект жайлы үш тілде мәлімет ала алады. Ұлттық парктерде туристерге арналған мобильді қосымшалар соқпақ жолдар картасын, қауіпсіздік нұсқаулығын және қызықты деректерді ұсынады. Бұндай жаңалықтар туристік тәжірибені байытып қана қоймай, Қазақстанның заманауи, технологияға бейім ел ретіндегі имиджін де қалыптастырады. Смарт-қалалар тұжырымдамасын өңірлік деңгейде жүзеге асыру да озық тәжірибеге жатады: мысалы, Ақылды туризм кеңістігін құру арқылы Шымкент немесе Түркістан қалалары өздерінің тарихи-мәдени мұрасын цифрлы форматта жаңғыртуда қадам жасап жатыр. Осы орайда, сарапшылар мемлекет тарапынан қолдаудың маңыздылығын ерекше атап өтеді – «мемлекет туризм саласын басым бағыт ретінде белгілеп, оны цифрлық маркетинг пен технология арқылы дамытуға қаржы бөлуі қажет. Бұл жаңа өнімдер мен қызметтерді дамытуға және инновацияны ынталандыруға ықпал етеді» [Lasisi, Odei & Eluwole, 2025, 290 б.]. Қазақстанда туризмді цифрландыруға арналған мемлекеттік бағдарламалар мен гранттық қолдау тетіктері іске қосылса, жеке сектордың да бұл бағытта белсендірек қимылдауына жол ашылады.

Жоғарыда аталған озық тәжірибелер мен бастамалар Қазақстанның ішкі туризмін жаңа сатыға көтеруге қызмет етеді. Цифрландыру арқылы қол жеткен әрбір жетістік – мейлі ол турист санын арттыру, шығындарды азайту немесе туристік қызмет сапасын жақсарту болсын – түптеп келгенде экономикалық пайда мен бәсекелік қабілетті күшейтеді. Әдебиеттер талдауы көрсеткендей, цифрлық технологиялар мен маркетинг құралдары туризмнің дамуында енді қосымша опция емес, негізгі шешуші фактор мәртебесіне ие болды [Raimova & Shakhriyogova, 2025, 1153 б.]. Олай болса, Қазақстан үшін ішкі туризмді өркендетуде цифрландыру мен цифрлық маркетингті барынша тиімді қолдану – уақыт талабы. Бұл бағыттағы озық тәжірибелерді көбейту және кең ауқымда енгізу елдің туристік индустриясын жаңа экономикалық деңгейге шығарып, ұлттық экономикаға қосар үлесін молайтуға жол ашпақ.

Әдістер бөлімі.

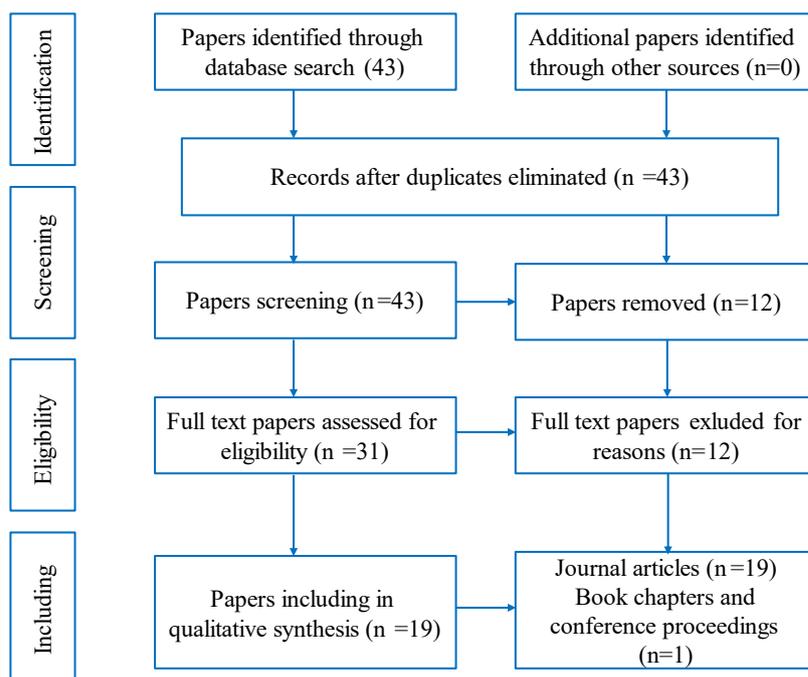
Қазіргі таңда ішкі туризмді дамытуда цифрландыру мен цифрлық маркетингтің экономикалық әлеуетін зерттеу өзекті ғылыми бағыттардың бірі болып отыр. Бұл салада цифрлық технологияларды туризм инфрақұрылымына және маркетингтік ортаға тиімді бейімдеуге байланысты бірқатар әдістемелік және ұйымдастырушылық мәселелер бар екені байқалады. Осы мәселелерді ғылыми тұрғыдан талдап, экономикалық және басқарушылық тәжірибеге бейімделген тұжырымдар қалыптастыру мақсатында, осы зерттеу аясында Scopus дерекқорында индекстелген ғылыми әдебиеттерге жүйелі шолу жүргізілді.

Әдеби шолу барысында цифрландыру (digitalization), жасанды интеллект (artificial intelligence), цифрлық маркетинг (digital marketing), әлеуметтік медиа (social media), виртуалды шындық (virtual reality), интернет заттар (internet of things), туризм (tourism) және тұрақты даму (sustainable development)

тақырыптарындағы зерттеулердің өзара байланысы мен туризм саласындағы экономикалық әсері талданды.

Зерттеуге тек Scopus базасына енген, ағылшын және орыс тілдеріндегі, 2023-2025 жылдан кейін жарық көрген және толық мәтінге қолжетімді мақалалар енгізілді. Іздеу келесі түйін сөздер мен тіркестер негізінде жүргізілді: digitalization in tourism, digital marketing, artificial intelligence in hospitality, social media in tourism development, smart tourism, sustainable tourism, virtual reality in tourism, machine learning, digital economy, economic impact of digital transformation.

Зерттеу нәтижесінде жалпы саны 43 ғылыми мақала таңдалды. Қайталанатын және тақырыпқа сай келмейтін жұмыстар алынып тасталды. Іріктеу критерийлеріне сәйкес келмейтін 24 мақала PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) әдісі бойынша шеттетіліп, мазмұндық және әдістемелік сәйкестігі жоғары 19 мақала жүйелі түрде талдануға негіз болды. Осы ғылыми еңбектер ішкі туризмді дамытудағы цифрландыру мен цифрлық маркетингтің экономикалық рөлін айқындауға арналған шолу жұмысының негізгі ақпараттық базасын құрады (Сурет 1).



Сурет 1. PRISMA (Жүйелі шолулар мен мета-талдауларға арналған басым есеп беру тармақтары) ағынының диаграммасы.

Таңдалған мақалалар мазмұнына қарай кодталып, туризм саласындағы цифрлық технологиялардың түріне, маркетингтік тәсілдеріне және олардың экономикалық тиімділігіне қарай жіктелді. Әдебиеттерді өңдеу және негізгі тақырыптық бағыттарды визуализациялау үшін «VOSviewer» бағдарламасының 1.6.17 нұсқасы қолданылды. Бұл бағдарлама арқылы зерттелген тақырыптар

арасындағы өзара байланыстар мен жиі кездесетін ұғымдар негізінде тақырыптық кластерлер анықталды.

Жүйелі шолу нәтижесінде зерттеу мақсаттарына сәйкес келетін экономикалық модельдер, цифрлық маркетингтің әсер ету тетіктері, туристік саланы цифрландыру стратегиялары, сондай-ақ жасанды интеллект пен әлеуметтік медианың ішкі туризмдегі қолданылу бағыттары талданды.

Scopus дерекқорынан алынған 43 ғылыми мақалаға жүргізілген талдау олардың пәндік таралу құрылымын анықтауға мүмкіндік берді. Бұл құрылым цифрлық технологиялар мен маркетинг құралдарының туризм мен экономикалық зерттеулер салаларында кеңінен қолданылып отырғанын көрсетті.

Негізгі бөлім.

Зерттеуге енгізілген 19 ғылыми мақала авторлары 12 елден шыққан және әртүрлі ғылыми мектептер мен академиялық орталықтарды қамтиды. Зерттеулердің географиялық таралуын айқындау және визуализациялау үдерістері «ArcGIS Pro» бағдарламасы арқылы іске асырылды. «ArcGIS Pro» көмегімен ғылыми мақалалардың кеңістіктік үлестірімі мен зерттеу бағыттарының аймақтық ерекшеліктері карта түрінде бейнеленді. Зерттеулердің басым бөлігі Азия мен Еуропа аймақтарында шоғырланған. Бұл елдерде туризм саласында цифрландыру мен цифрлық маркетингтің экономикалық әсерін зерттеуге бағытталған еңбектер жүйелі түрде жүргізіліп отырғанын көрсетеді. Елдердің зерттеулері көбіне ішкі туризмнің дамуы, цифрлық маркетинг стратегиялары, әлеуметтік медиа мен виртуалды технологиялардың туристік сұранысқа әсері сияқты тақырыптарды қамтиды. Зерттеулердің географиялық таралуы туризм мен цифрландыру мәселелерін қарастыратын ғылыми жұмыстардың аймақтық әркелкілігін көрсетеді. Әсіресе Азия аймағындағы елдердің белсенділігі мен Қазақстан ғалымдарының үлесінің артуы ішкі туризм экономикасын цифрландыру бағытындағы ғылыми қызығушылықтың өскенін аңғартады.

Жалпы алғанда, зерттелген мақалалардың географиялық құрылымы цифрлық технологиялар мен маркетинг құралдарының туризм экономикасындағы жаһандық өзектілігін айқындайды. Бұл құрылым төмендегі картада бейнеленген (Сурет 2).

Жарияланымдардың таралу үлгісі төмендегі кестеде келтірілген (Кесте 1).

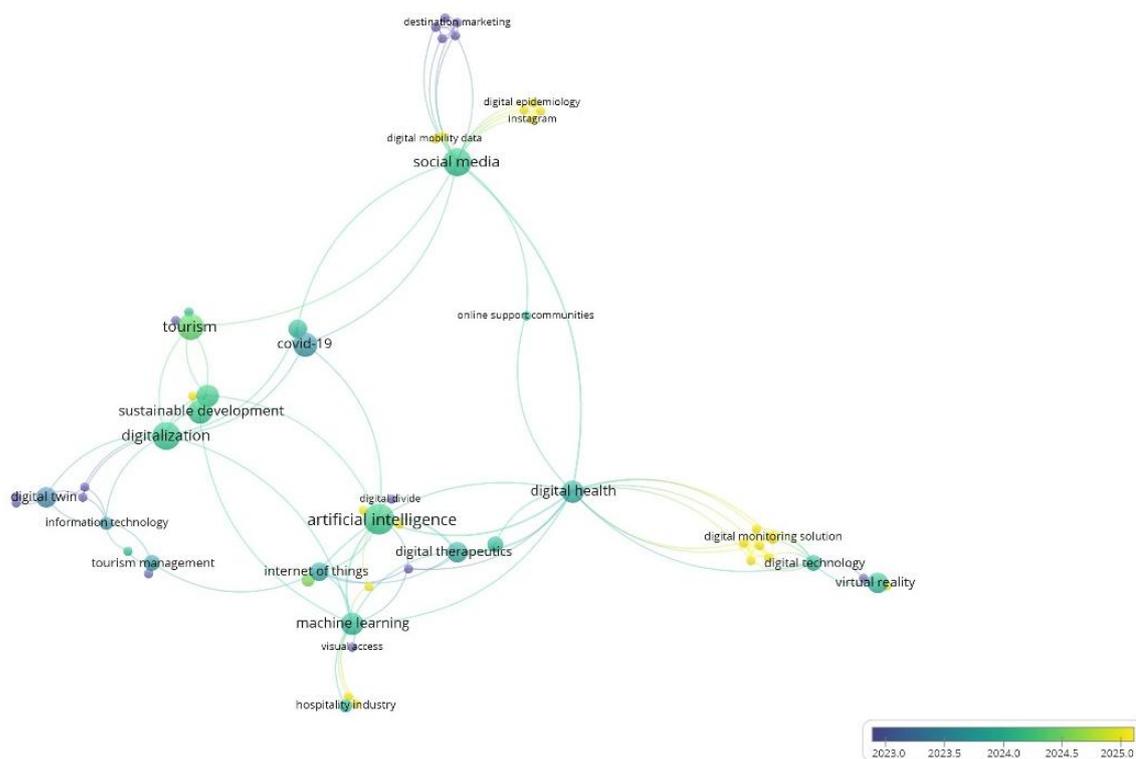
Кесте 1. 19 мақаланың баспалар бойынша таралуы.

№	Publisher	Number of Studies	Percentage
1	Вісник ОНУ імені І. І. Мечникова	1	5.26%
2	Sustainability	3	15.79%
3	Journal of multidisciplinary academic tourism	1	5.26%
4	Journal of Infrastructure, Policy and Development	1	5.26%
5	Electronics	1	5.26%
6	Geo Journal of Tourism and Geosites	1	5.26%
7	Journal of Tourism Futures	1	5.26%
8	Businesses	1	5.26%
9	Journal of Intelligent Systems & Internet of Things	1	5.26%
10	Technological Forecasting and Social Change	1	5.26%
11	European Journal of Tourism Research	1	5.26%
12	Central Asian Journal of Innovations on Tourism Management and Finance	1	5.26%
13	Journal of Human Rights, Culture and Legal System	1	5.26%
14	World Journal of Advanced Research and Reviews	1	5.26%
15	Plos one	1	5.26%
16	ECONOMIC Series of the Bulletin of the LN Gumilyov	1	5.26%
17	ENU Bulletin of the International University of Tourism And Hospitality	1	5.26%
Total		19	100

Тақырыптық құрылымды тереңірек зерделеу мақсатында таңдалған ғылыми мақалаларға авторлар пайдаланған түйінді сөздер негізінде бірлесіп кездесуі (co-occurrence) талдауы жүргізілді. Бұл талдау «VOSviewer» бағдарламасы арқылы іске асырылып, цифрландыру мен цифрлық маркетингтің ішкі туризмді дамытудағы ғылыми бағыттарын анықтауға мүмкіндік берді. Картада түрлі түспен белгіленген бірнеше тақырыптық кластерлер айқын көрінеді. Әрбір кластер белгілі бір зерттеу бағытын білдіреді. Мысалы, “digitalization”, “tourism”, “digital marketing”, “artificial intelligence”, “social media”, “virtual reality”, және “sustainable development” секілді жиі кездесетін түйінді сөздер зерттеліп отырған саланың негізгі ұғымдары ретінде орталық орын алады. Түйінді сөздер арасындағы сызықтардың қалыңдығы олардың өзара байланысының жиілігін көрсетеді. Бұл визуализация ішкі туризм экономикасын дамытуда цифрлық технологиялардың, соның ішінде әлеуметтік медиа, жасанды интеллект, интернет заттар (IoT) және виртуалды шындық секілді құралдардың өзара ықпалдастығын нақты көрсетеді. Сонымен қатар, картада “covid-19” және “sustainable development” ұғымдарының жиі кездесуі пандемия кезеңінен кейінгі туризмді қалпына келтіру мен тұрақты даму арасындағы байланысты айқындайды. Ал “machine learning”, “digital twin”, және “digital health” бағыттары

туризм мен цифрландыру процестерінің жаңа технологиялық аспектілерін ашып көрсетеді.

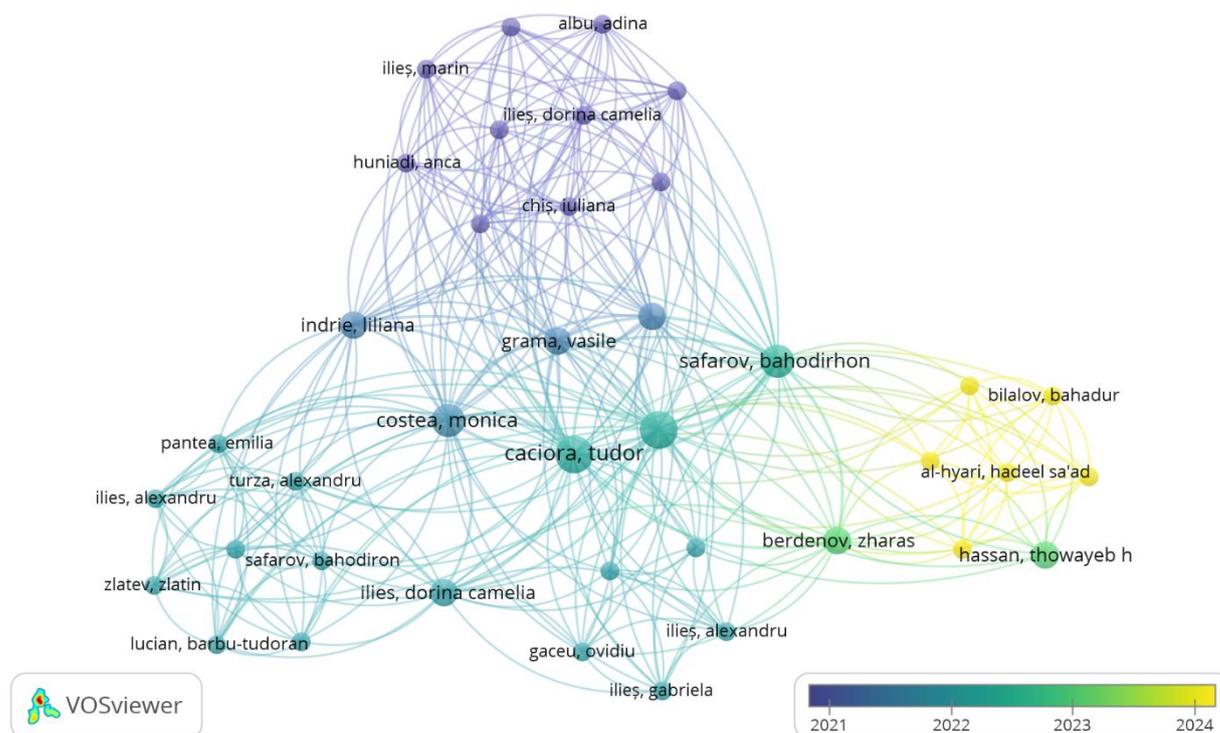
Осылайша, түйінді сөздердің бірлесіп кездесуі бойынша құрылған бұл карта ішкі туризмнің цифрландыру арқылы дамуының ғылыми контекстін бейнелеп, қазіргі таңда цифрлық маркетингтің экономикалық және инновациялық рөлі артқанын айқын дәлелдейді.



Сурет 3. «VOSviewer» негізінде жасалған ішкі туризмді дамытудағы цифрландыру мен цифрлық маркетинг зерттеулерінің тұжырымдамалық ландшафтының визуализациясы.

Сонымен қатар, «VOSviewer» бағдарламасы арқылы зерттеу тақырыптарымен қатар, авторлар арасындағы бірлескен ғылыми ынтымақтастық желісі де талданды (сурет). Бұл талдау цифрландыру мен цифрлық маркетингтің туризм саласының дамуына ықпалын зерттеген ғалымдар арасындағы ғылыми өзара байланыстарды айқындауға мүмкіндік берді. Авторлар желісінің визуализациясы ғылыми қауымдастықтың құрылымын және зерттеу бағыттары бойынша топтасқан зерттеушілердің ынтымақтастығын көрсетеді. Картадағы түрлі түстер әртүрлі авторлық кластерлерді бейнелейді. Мысалы, Casioara Tudor, Safarov Bahodirhon, Pliș Dorina Camelia, Bilalov Bahadur, Al-Huyari Hadeel Sa'ad және басқа да зерттеушілердің есімдері ірі түйіндер ретінде көрініс тапқан. Бұл авторлардың цифрлық технологиялар мен туризм экономикасы бағыттарында белсенді ғылыми байланыстар орнатып, өз салаларында жетекші рөл атқарып отырғанын көрсетеді.

Мұндай визуализациялар зерттеу кеңістігіндегі негізгі ғылыми орталықтарды, жиі ынтымақтасатын авторлар топтарын және цифрлық туризм мен маркетинг тақырыптарына қатысты ғылыми трендтердің даму бағытын анықтауға мүмкіндік береді.



Сурет 4. «VOSviewer» негізінде жасалған ішкі туризмді дамытудағы цифрландыру мен цифрлық маркетинг зерттеулерінің тұжырымдамалық ландшафтының визуализациясы.

Авторлар мен зерттеулердің географиялық және тақырыптық таралуы бұл саланың интердисциплинарлық және халықаралық сипатқа ие екенін дәлелдеді. Сонымен бірге «VOSviewer» арқылы жасалған тұжырымдамалық карта мен түйінді сөздер талдауы ішкі туризмді цифрландыру мәселесінің негізгі ғылыми бағыттарын, зерттеушілер арасындағы байланыстарды және қалыптасқан трендтерді айқын көрсетті.

Талқылау.

Зерттеу нәтижелері Қазақстандағы ішкі туризмнің экономикалық дамуына цифрландыру мен цифрлық маркетингтің айтарлықтай ықпал ететінін көрсетті. Библиометриялық талдау «VOSviewer» бағдарламасы негізінде) «цифрландыру», «туризм», «цифрлық маркетинг», «жасанды интеллект», «әлеуметтік желілер» және «тұрақты даму» сияқты негізгі ұғымдардың өзара тығыз байланысын анықтады. Бұл терминдердің тоғысуы цифрлық шешімдердің ішкі туризмнің экономикалық әлеуетін арттырудағы кешенді әсерін сипаттайды. Цифрлық технологиялар туристік саланың тиімділігін жоғарылатумен қатар, жалпы экономикалық белсенділікті арттыру, жаңа жұмыс орындарын құру және өңірлердің кірістерін көбейтуге де ықпал ететінін соңғы жылдардағы ғылыми

жұмыстардың жүйелі талдауы дәлелдейді. Зерттеулердің көрсетуінше, цифрлық маркетинг, жасанды интеллект және әлеуметтік желілер бүгінде туристік саланы жаңғыртудағы негізгі құралдарға айналуда.

Мемлекет те жалпы цифрлық трендтерге сәйкес туристік саланы дамытуға күш салуда. Қазақстан Үкіметі цифрлық трансформацияны экономиканың барлық секторларында ілгерілету мақсатында 2024–2029 жылдарға арналған **Жасанды интеллектті дамыту тұжырымдамасын** және 2023–2029 жылдарға арналған **Цифрлық трансформация, АКТ және киберқауіпсіздік тұжырымдамасын** қабылдады. Жасанды интеллектті дамыту тұжырымдамасында мәліметтер мен инфрақұрылымды дамыту қажеттілігі атап өтіліп, салалық деректерді цифрландыру деңгейі ең төмен салалардың бірі спорт және туризм екені (небары 25%) көрсетілген (2024–2029 жылдарға арналған жасанды интеллектті дамыту тұжырымдамасы URL: continent-online.com). Ал цифрлық трансформация тұжырымдамасын іске асыру елдің инновациялық әлеуетін кешенді дамытуға, ұлттық инновациялық жүйені жаңа сапалы деңгейге көтеруге және Қазақстан экономикасының халықаралық нарықтағы бәсекеге қабілеттілігін едәуір арттыруға бағытталған. Аталған стратегиялық құжат сонымен бірге урбанизация жағдайында және экономикалық тиімділікті ескере отырып, халқы 250 адамнан төмен қалған ауылдарды толық интернетпен қамтамасыз ету арқылы цифрландырудың өңірлік теңсіздігін жоюды көздейді (2029 жылға дейінгі цифрлық трансформация мен технологиялар саласын дамыту тұжырымдамасы бекітілді. URL: zakon.kz). Бұл мемлекеттік деңгейдегі бастамалар туристік салада цифрлық технологияларды дамыту үшін қолайлы институционалдық орта қалыптастыруға негіз болуда.

Қазақстан практикасында туристік саланы цифрландырудың сәтті үлгісі ретінде **eQonaq** жүйесін ерекше атап өтуге болады. Бұл цифрлық платформа туристер ағынын тіркеу және көші-қон бақылауын автоматтандыру арқылы әкімшілік кедергілерді азайтып, туристік қызмет көрсетудің тиімділігін айтарлықтай арттырды. Мысалы, жүйе іске қосылған алғашқы жылдың өзінде **eQonaq** арқылы 109 мыңнан астам турист пен 2000-нан астам орналастыру орны тіркелген. **eQonaq** енгізу нәтижесінде туристік қызметтердің сапасы мен отандық қонақүйлердің тартымдылығы жақсарып, көші-қон заңнамасының сақталуын бақылау күшейді (Қазақстандағы «eQonaq» цифрлық жүйесі URL: buhta.com). Сонымен бірге аталған жүйе миграциялық полицияның ақпараттық жүйесімен интеграцияланып, туристік ағымды мониторингтеу мен талдау үшін мемлекеттің маңызды құралына айналды (Қазақстанда туристерді eQonaq жүйесі арқылы тіркеу жөніндегі бақылау күшейтілді. URL: inform.kz). Жиналған деректер негізінде мемлекеттік органдар өңірлік туризмді жоспарлау және болжау бойынша аналитикалық база қалыптастыруда. Осылайша **eQonaq** жүйесінің табысты іске асуы цифрландырудың институционалдық және экономикалық тиімділігін айқын дәлелдеп отыр.

Халықаралық зерттеулер де ішкі және кірме туризмді ілгерілетуде әлеуметтік желілер мен контент-маркетингтің маңыздылығын растайды. Цифрлық маркетинг құралдары (Facebook, Instagram, TikTok, YouTube және т.б.

платформалар) туристік брендтің танымалдығын арттырып қана қоймай, тұтынушылардың сенімі мен саяхаттау туралы шешім қабылдау үрдісіне елеулі әсер етеді. Туристердің пікірлері, фотосуреттері және басқа да пайдаланушылар генерациялайтын контент демалыс орнын таңдауына ықпал ететін негізгі факторлардың біріне айналды. Пайдаланушылар туризм бағыттары туралы осындай шынайы ақпаратқа көбірек сенім артатындықтан, туристік ұйымдар жоғары сапалы сандық контент ұсынуға мән беруде. Сонымен қатар, пайдаланушылар жасаған контент пен сторителлинг стратегиялары туристік бағыттың имиджін нығайтып, оның бәсекелік қабілетін жоғарылатуға септігін тигізеді.

Осындай үрдістерді ескере отырып, мемлекеттік деңгейде цифрлық инфрақұрылымды жетілдіруге, өңірлік туристік кластерлерге инвестиция тартуға және кадрлық әлеуетті дамытуға бағытталған жүйелі саясат қажет. Бұл – цифрландырудың мүмкіндіктерін еліміздің барлық өңірлерінде тең пайдалану, туристік бизнес субъектілерінің цифрлық сауатын арттыру және инновацияларға бейім адами капитал қалыптастыру деген сөз.

Дегенмен, Қазақстан жағдайында цифрландыру деңгейі өңірлер бойынша біркелкі емес. Ірі қалаларда цифрлық инфрақұрылым мен білікті мамандар жеткілікті болғанымен, шалғай аймақтарда интернеттің сапасы төмен, сондай-ақ туристік қызметкерлердің цифрлық сауаттылығы жеткіліксіз. Мұндай ахуал туризмнің теңгерімді дамуына кедергі келтіріп, саланың толық әлеуетін іске асыруға мүмкіндік бермейді.

Жүргізілген талдау нәтижелері цифрландыру мен цифрлық маркетингтің отандық туристік экономиканың бәсекеге қабілеттілігін арттырудағы стратегиялық маңызын айқын көрсетеді. Цифрлық технологиялар жаңа туристік экожүйе қалыптастырып, инновациялық дамудың және тұрақты экономикалық өсімнің катализаторы ретінде танылуда.

Қорытынды.

Жүргізілген кешенді зерттеу Қазақстандағы туризм индустриясында цифрлық маркетингті қолданудың қазіргі жай-күйін, оның даму динамикасын және саланың болашақтағы мүмкіндіктерін жан-жақты ашып көрсетті. Талдау нәтижелері цифрлық технологиялар мен маркетингтік құралдардың туризмнің экономикалық тиімділігін арттыруда, туристік өнімдердің бәсекеге қабілеттілігін көтеруде және саладағы басқару шешімдерінің сапасын жақсартуда стратегиялық маңызы бар екенін дәлелдейді. Библиометриялық және әдеби шолу нәтижелері әлемдік зерттеу кеңістігінде цифрландыру мен цифрлық маркетинг мәселелеріне қызығушылықтың жылдан жылға артып отырғанын көрсетті. Бұл үрдіс Қазақстанда да айқын байқалып отыр. Жасанды интеллект, Big Data, блокчейн, мобильді қосымшалар, онлайн-платформалар, әлеуметтік желілік маркетинг сияқты құралдар туристік сервистердің сапасын арттырып қана қоймай, тұтынушылармен өзара әрекеттестіктің жаңа модельдерін қалыптастыруға мүмкіндік береді. Мұндай технологиялар туристік қызметті жекелендіруге, тұтынушылардың мінез-құлқын болжауға, мақсатты аудиторияға тиімді жетуге және маркетингтік кампаниялардың нәтижелілігін нақты бағалауға

жол ашады. Қазақстандағы eQonaq, eGov, Smart Tourism сияқты цифрлық платформалардың енгізілуі туризм саласын цифрландыру бағытындағы жүйелі қадамдардың бар екенін көрсетеді. Бұл платформалар деректердің сапасын жақсартып, туристік ағындарды бақылауды жеңілдетіп, саланың ашықтығын арттырады. Сонымен бірге, цифрлық шешімдердің экономикалық тиімділігі – қызмет көрсету жүйесін оңтайландыру, әкімшілік шығындарды азайту, туристік инфрақұрылымды жоспарлау мүмкіндіктерін кеңейту арқылы көрініс табуда.

Алайда зерттеу барысында анықталған шектеулер де аз емес. Аймақтар арасындағы цифрлық теңсіздік, интернет инфрақұрылымының жеткіліксіздігі, мамандардың цифрлық сауаттылығының төмендігі және шағын туристік кәсіпорындардың технологияға инвестиция салудағы мүмкіндіктерінің шектеулілігі саладағы цифрлық трансформацияның тежегіш факторлары ретінде байқалды. Бұл мәселелер цифрлық экожүйе қалыптастыруды талап ететінін және мемлекеттік-жекеменшік серіктестік форматында технологиялық прогресс қарқынын күшейтудің маңыздылығын көрсетеді.

Болашақ зерттеулер үшін цифрлық маркетингтің нақты құралдарының тиімділігін эмпирикалық әдістермен бағалау, жасанды интеллектке негізделген туристік ұсыныс жүйелерін дамыту, туристік бағыттар бойынша спатилдық (кеңістіктік) талдау жүргізу, туризмдегі цифрлық тұтынушы тәжірибесін модельдеу сияқты ғылыми бағыттарды тереңдету ұсынылады. Сонымен қатар, Қазақстанның ұлттық туристік брендін қалыптастыру мен халықаралық медиакөңістікте оны насихаттауда storytelling, контент-маркетинг, инфлюенсерлік маркетинг сияқты цифрлық стратегиялардың ықпалын бағалау да өзекті болып табылады. Ауылдық туризм, этнотуризм және экотуризм салаларында цифрлық құралдарды қолдану мүмкіндіктерінің зерттелуі аймақтық туризмді дамытуға маңызды үлес қоса алады.

Қорытындылай келе, туризм индустриясында цифрлық маркетингі жүйелі түрде қолдану Қазақстанның туристік нарығын сапалы деңгейге көтеретін негізгі факторлардың бірі болып табылады. Цифрлық трансформация саланың жаһандық бәсекеге қабілеттілігін арттыруға, туристік қызметтердің қолжетімділігі мен сапасын жақсартуға, сондай-ақ ұлттық туристік өнімнің халықаралық аренада танылуына мүмкіндік береді. Осы бағыттағы ғылыми зерттеулер мен практикалық шешімдер Қазақстан туризмінің ұзақ мерзімді, тұрақты әрі инновациялық дамуына негіз болмақ.

Пайдаланылған әдебиеттер

1 Yakubovskyi, S. O., & Kyrychenko, O. V. (2024). The role of digitalization in the development of the global tourism industry. <https://doi.org/10.32782/2304-0920/4-102-15>.

2 Afren, S. (2024). The role of digital marketing promoting tourism business. A study of use of the social media in prompting travel. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(01), 272-287. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.1.2668>.

3 Polukhina, A., Sheresheva, M., Napolskikh, D., & Lezhnin, V. (2025). Digital solutions in tourism as a way to boost sustainable development: Evidence from a transition economy. *Sustainability*, 17(3), 877.

4 Bayraktar, F. (2024). Cross-country analysis of digital content marketing in tourism. *Journal of multidisciplinary academic tourism*, 9(2), 165-177. <https://doi.org/10.31822/jomat.2024-9-2-165>.

5 Mussabayeva, A., Mutaliyeva, L., & Abdramanova, G. (2024). Regulation mechanisms of smart tourism development in Kazakhstan. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(13), 8834. <https://doi.org/10.24294/jipd8834>.

6 Florido-Benítez, L., & del Alcázar Martínez, B. (2024). How artificial intelligence (AI) is powering new tourism marketing and the future agenda for smart tourist destinations. *Electronics*, 13(21), 4151. <https://doi.org/10.3390/electronics13214151>.

7 Shilibekova, B., Plokhikh, R., & Dávid, L. D. (2024). On the path to tourism digitalization: the digital ecosystem by the example of Kazakhstan. *Geo Journal of Tourism and Geosites*, 57, 2060-2070. <https://doi.org/10.30892/gtg.574spl20-1373>.

8 Lasisi, T.T., Odei, S.A., & Eluwole, K.K. (2025). Smart destination competitiveness: underscoring its impact on economic growth. *Journal of Tourism Futures*, 11(2), 286-306. <https://doi.org/10.1108/JTF-09-2022-0243>.

9 Velentza, A., & Metaxas, T. (2023). The role of digital marketing in tourism businesses: An empirical investigation in Greece. *Businesses*, 3(2), 272-292. <https://doi.org/10.3390/businesses3020018>.

10 Astanakulov, O., BALBA, M. E., Khushvakt, K., & Muslimakhon, S. (2025). IoT Innovations for Transforming the Future of Tourism Industry: Towards Smart Tourism Systems. *Journal of Intelligent Systems & Internet of Things*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/ijgi13090332>.

11 Ercan, F. (2023). Smart tourism destination: A bibliometric review. *European Journal of Tourism Research*, 34, 3409-3409. <https://doi.org/10.54055/ejtr.v34i.2788>

12 Xu, R. (2023). Framework for building smart tourism big data mining model for sustainable development. *Sustainability*, 15(6), 5162. <https://doi.org/10.3390/su15065162>

13 Torabi, Z. A., Rezvani, M. R., Hall, C. M., & Allam, Z. (2023). On the post-pandemic travel boom: How capacity building and smart tourism technologies in rural areas can help-evidence from Iran. *Technological forecasting and social change*, 193, 122633. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122633>

14 Otabekovna, S. M. (2025). Digital Transformation and Strategic Management in Uzbekistan's Tourism Industry. *Central Asian Journal of Innovations on Tourism Management and Finance*, 6(3), 1149-1154.

15 Julianti L., & Pinpak, A. (2024). The Digitalization of Investment Impact on Developing Tourism Industry. *Journal of Human Rights, Culture and Legal System*, 4(3), 655-681. <https://doi.org/10.53955/jhcls.v4i3.289>.

16 Urdabayev, M., Kireyeva, A., Vasa, L., Digel, I., Nurgaliyeva, K., & Nurbatsin, A. (2024). Discovering smart cities' potential in Kazakhstan: A cluster analysis. *Plos one*, 19(3), e0296765. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296765>.

17 Shilibekova, B., & Plokhikh, R. (2025). Assessing readiness and breaking barriers to tourism digitalization: a case study of Kazakhstan. *ECONOMIC Series of the Bulletin of the LN Gumilyov ENU*, (2), 365-385. <https://doi.org/10.32523/2789-4320-2025-2-365-385>.

18 Мәулетқазы М., Ыдырыс С., Садықов, Ж. (2025). Assessment of the impact of implementing innovative digital solutions on tourist satisfaction in kazakhstan: an experimental study // *Bulletin of the International University of Tourism And Hospitality*, (II (8)), 219-229. <https://www.doi.org/10.62867/3007-0848.2025-2.15>.

19 Vardopoulos, I., Papoui-Evangelou, M., Nosova, B., & Salvati, L. (2023). Smart 'tourist cities' revisited: culture-led urban sustainability and the global real estate market. *Sustainability*, 15(5), 4313.

20 Issakov, Y., Lečić, B., Spasojević, A., Knežević, S., Mandarić, M., Stojanović, K., ... & Vukolić, D. (2025). Security and Sustainability of Tourist Destinations Through Digital Technologies: A Comparative Analysis of Almaty and Belgrade. *Sustainability*, 17(20), 9126. <https://doi.org/10.3390/su17209126>.

21 Охрименко, Е. И. (2025). Применение инструментов цифрового маркетинга в сфере туризма // *Вестник экономики, права и социологии*, (3), 371-377.

22 2024–2029 жылдарға арналған жасанды интеллектті дамыту тұжырымдамасы. URL: continent-online.com.

23 2029 жылға дейінгі цифрлық трансформация мен технологиялар саласын дамыту тұжырымдамасы бекітілді. URL: zakon.kz.

24 Қазақстандағы «eQонақ» цифрлық жүйесі. URL: buhta.com.

25 Қазақстанда туристерді eQонақ жүйесі арқылы тіркеу жөніндегі бақылау күшейтілді. URL: inform.kz.

26 Tourism Statistics, URL: <https://www.unwto.org/statistics>.

27 Экономикалық ынтымақтастық және даму ұйымы, URL: <https://www.oecd.org>.

ҒТАМР 19.41.91

ҚАЗАҚСТАН МЕДИАКЕҢІСТІГІНДЕГІ ІРІ ЭКСПАНСИЯЛЫҚ ГЕГЕМОҢДАР

Д. Телманов

Магистрант, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ.

Мақалада Қазақстан медиакеңістігінің жаһандық трансмедиялық нарықта тұтынушы деңгейінде қалып отырғандығы және сырттан келетін мәдени экспансиялардың ықпалы терең талданады. Автор түрік, кәріс, батыс және жапон медиа өнімдерінің отандық аудитория санасына әсерін салыстыра сипаттап, ұлттық мәдени иммунитеттің әлсіздігін негізгі мәселе ретінде көрсетеді. Мәтінде Түркия, Корея, Жапония тәжірибелері арқылы «жұмсақ күш» пен ақпараттық ықпалдың үлгілері ашылып, мәдени экспансияның тиімді және қауіпті қырлары сараланады.

Түйін сөздер: гегмония, экспансия, медиа, телевизия, контент, әлеуметтік желі, телеарна.

Қазақстан әлі күнге дейін әлемдік трансмедиялық кеңістікте негізінен тұтынушы, тәжірибе жинақтаушы елдер санатында қарастырылады. Тәуелсіздік жылдарынан кейін отандық телеарналар жаһандық медиа өнімдерге есігін айқара ашты. Содан бері түрік, кәріс, үнді сериалдары тұрақты түрде көрсетіліп келе жатқанына да ширек ғасырдан асты. Осынау уақыт бедерінде қазақ қоғамында әртүрлі мәдениеттердің табынушылары да қалыптасып үлгерді. Мәдениетте шекара жоқ, талғамға талас болмайды деген күннің өзінде мұның барлығы еларалық келісімдер нәтижесінде жүргізіліп отырған күрделі медиа-процесс екенін де ескерген абзал. Осынау жайттар бірнеше рет мәжіліс отырыстарында талқыланып ұзақ уақыттан бері ұлт зиялыларының алаңдаушылығын да тудыруда. Дәл қазіргі уақта қазақ әлеуметі сырттан келетін мәдени жобаларға қарсы заманауи ұлттық иммунитет қалыптастыра алмай келе жатқаны өтірік емес. Оның екінші жағында тіл саясаты және жатыр. Кинотеатрлар мен отандық арналарда көрсетілетін шетелдік фильмдердің қазақша дубляжы кассалық табысқа жете алмауы да медиа-индустрианың өрістеуіне қолбайлау. Мамандар тұтынушылық мәдениеттің басым бөлігі орыс тілді аудитория деген уәжді алға тартады. Қазақ қоғамында тілді, ділді отарлаудың экспансиялық тәсілі қазіргі таңда сәтті жүргізіліп жатқаны осыдан-ақ білінеді. Қазақ қоғамын батыстық, ресейлік, кәрістік және түріктік экспансиялардың ықпалындағы қоғам деп

қарастыратын болсақ, медиа саласы отарлау саясатының бір тәсілі болмақ. Қазақ әдебиетінің классигі Тынымбай Нұрмағамбетов «Айқай» атты повестінің жазылуына әсер еткен мынадай оқиғаны баян етеді. 90-жылдары Түрік еліне іссапармен барғанда куә болған үш жайт: ескі Анкара сарайлары, көне түрік биі, және алапес дертіне шалдыққан түрік азаматтарының тағдыры. Көп өтпей жатып біздің телеарналар түрік сериалдарын қаптатып көрсете бастағанын айтады. Повест мазмұнының ұзын-ырғасы түрік халқының қазақпен түбі бір болғанымен, салт-санасы, даму деңгейі түрліше. Біз өз призмамыздан үңілсек шығармадағы алапес дертіне ұшырағандардың сырт бейнесі бірдей, бірақ жан-айқайы ғана олардың нәсілдік, этностық табиғатының бөлектігін танытады. Шығарманың біздің тақырыбымызға қатысты тұсы да осында жатыр. Медиа-эспансия ұлт пен ұлтты ұқсастырады. Дәлірек айтсақ бір ұлттың салт-санасын екінші ұлттың мәдениетіне бағынышты етеді. Азия мен еуропа құрлығында кеңінен танымал түрік сериалдары өз мәдени үстемдігін кең ауқымда орната алды. Бір ғана «Ғаламат ғасыр» телехикаясындағы тарихи жәдігерлерді көзбен көру үшін күніне әлемнің түкпір-түкпірінен мыңдаған турист ағылады. Әйгілі нобелист жазушы Орхан Памуктің суреттеуіндегі Стамбул ғажайыптары да оқырманды Түркияға жетелейді. «Сезім музейі» романының желісімен бой көтерген Стамбұлдағы ғимарат та келушілердің кезегінен босамайды. Қысқаша айтқанда Түркияның медиасы экономикасына қызмет етуде. Соңғы жиырма жыл ішінде Қазақстанда түрік тілін үйрететін курстардың саны өңір-өңірде үсті-үстіне ашылып жатыр. Мұның барлығы медианың сәтті жұмысы. Мәдени келісім орнатқан елдер үшін қазір арнайы «Türkiye bursalara» гранты тағайындалып түрік елінде білім алудың, сол ел мәдениетін түптеп танудың жолдары заңдастырылды. Әлбетте, мұндай процестерді қорқынышты сипатта баяндай беруге болмас. Бірақ қазақ қоғамындағы түрік қауымына деген риясыз сүйіспеншіліктің артуының да ар жағы үлкен саясат, экономикалық мүдде бар екенін ескерген абзал. Әлемде түрік мәдениетінен де үстем цифрлы мәдениеттер бар. Алайда түріктер өзінің тілдік, әуездік ерекшеліктерін сақтап, өзінің саф дүниетанымына барынша дақ түсірмей келе жатуы олардың медиа бәсекедегі қауқарын көрсетеді. Ал қазақ аудиториясы ше? Ұлттық иммунитеті әлсіреген қоғамда ала-құла мәдениеттер пайда болады. Ел азаматтарын былай қойғанда отандық медианың өзінде кәріс экспансиясының да ықпалы едәуір басым. Бұл жағдайлар режиссуралық қолтаңбасын әлі таба алмаған киномотография саласында әсіресе қатты білінеді. Ұлттық телеарналардан көрсетіліп жүрген соңғы бес жылдағы отандық телесериалдардың аурасынан, операторлық жұмысынан кәріс пен түрік сериалдарының әсері айқайлап көрініп тұрады. Мысалы Қазақстан ұлттық телеарнасында 2021-2025 жылдар аралығында көрсетілген «Ақжауын», «Сен қасымда болмасаң...» сериалдары кәрістік дорама стилинің қазақы экранизациясы екенін авторлар ресми мәлімдеген. Трансмедиалық кеңістікте қазақ медиасын әлі тұтынушы деп отырғанымыздың бір есебі осында.

Ақпараттық ағым желісімен ұлтаралық деңгейде тараған модалар елде қай халықтың мәдениеті басым екенін көрсетеді. Оны саясат деп қарамаған күннің өзінде, басқа мәдени болмысты қабылдау ұлттық ерекшеліктерді, төл танымдарды бейсанауи үлгіде жоятын оның қатерлі жақтары да бар. Біз экспансияға төтеп берудің мәдени және күштік құрылымдағы екі түрін көрсеткіміз келеді. Ауғанстанда тәліптер билігіне дейін поп-мәдениет жоғары деңгейде дамып келе жатқан еді. 1970 жылдар Ауғанстан мәдениеті үшін Ахмад Захир дәуірі саналды. Эстрадаға батыстық мәнердегі музыка элементтерін әкеліп өнерге жаңа сембиоз сыйлаған әйгілі әншінің тәліптер уақытында мұқым мұрасы өртеліп, қабіріне оқ жаудырғаны ХХІ ғасыр тарихындағы ең қорқынышты оқиғалардың бірі болды. Түгелдей сырттан келетін өнімдерге тоқтау қойылып, тұрғындардың тұтынушылық құқығын күшпен шектеген тәліптер дінге ғана иланатын үрейлі қоғамды қысыммен орнықтырды. Әлемдік прогрестен біржола бас тартқан ауған үкіметінің бүгінгі жайы жұртқа жақсы таныс. Онымен де тоқтамай екі мың жылдық тарихы бар бар ауған жеріндегі көне будда ескерткіштерін жарып жіберуі тарих саласын қаншама зерттеулерден, шындықтардан шектеді. Сол сияқты жабық саясат ұстанатын Солтүстік Корея да тарнсмедиялық кеңістікке шығатын есігін іштен іліп алып жаһандық прогрестен тысқары жатыр. Голливудтық фильмдер былай тұрсын елде азаматтардың қарапайым шаш қою үлгісі, киінуіне дейін қатаң бақылауда. Солтүстік Кореяда К-рор контенттер өндірілмейді. Әлеуметтік желелілер қадағалауда ұсталады. Сырттан келетін мәдени экспансиядан қорғанудың мұндай әдісін ғылымда изоционалистік медиа деп атайды. Изоционализмде ішкі тәртіп агрессивті нормада сақталады. Бір ғана пікір, бір ғана бағыт. Одан ауытқудың салдары өлім жазасына дейін апарады.

Әлемдегі жасырын жүріп жатқан мәдени қақтығыстардың арасында өзіндік бет-бейнесін жоғалтпаған, медиа жүйесі кең көлемде дамыған елдердің бірегейі Жапон халқы. Адам жанын түсінудің сан түрлі сатысынан өткен жапондар өз үстемдігін ешқандай күштеусіз, бейбіт түрде жүргізуде. Бүгінде жастар мәдениетінің атмосфералық реңктерінде аниме жанрының элементтері жиі кезігеді. Әсіресе блогерлерлік контенттерде аниме үлгісін пайдалану медиа-трендте ұзақ уақыт жүрді. Голливудтың атақты режиссері Квинтин Тарантино да «Билланы өлтіру» фильмін таспалауда аниме элементтерін қолданғанын білеміз. Мультипликацияның орталығы АҚШ-тағы Disney студиясының техникасын меңгерген жапон аниматорлары ХХ ғасырдың ортасында жасөспірімдерге, ересектерге арналған мүлде жаңа мульт-медияның іргесін қалады. Аниме – жапонның медиа ықпалын әлемге тарататын басты құрал. Netflix, Amazon, Crunchyroll платформалары арқылы жинаған қаралымдары бойынша бұл өнімдер экспансияға да өте тиімді болып табылады. Жасөспірімдерге эстетикалық әсер ету тұрғысынан қазақ қоғамында да жетекші жанр деуге болады. Мысалы манго оқитын жастар, жапон асханалары, жапондық үлгідегі киімдер, жапон дүкендері... барлығы әлеуметтік өнеркәсіпке айналып кетті. Осылардың ішіндегі манго

кітаптарының әлемдік медиаөнердегі Батыс монополиясын ығыстырғаны да бар. Америкалық комикстердің гуманистік идеяларын жапон мангосындағы кейіпкерлердің мифологиялық рухы басып озып культтік деңгейге жетті. Тарихтан мәлім Жапонияның кезінде Кореяға жасаған этноцидтік әрекеттері «Мо-Ля-Ви» фильмінде баяндалғандай аса ауыр қылмыстармен жүргізілді. Кәріс мектептерін жабу, интеллигенцияны жою, тілді, әріп таңбалары түгел құрту сынды қитұрқы империалистік әрекеттер жапон саясатының бір кезде қаншалық озбыр болғанын дәлелдейді. Өз мәдениетін күштеп тықпалау ассимиляцияның ең жауыз, тоталитарлық үлгісі. Жапон экспансиясы әлемдік медиа-нарықта 2000 жылдардан бастап қана жұмсақ күшке айналды. Мәдениетті қаржыландырудан бүгінде Жапония ең алдығы елдердің қатарында. Бүгінгі қазақ қоғамына жапон өнімдерінің өтімділігі – ол өнімдердің мінсіз графикасы, эстетикасы. Голливуд атыс-шабыс сахнасын шебер бейнелеумен әлемге өтімді болса, жапондар графикасы психологиялық, мифо-эстетикалық жаңалық әкеліп Голливудпен бәсекеге түсті. Жыл сайын үлестірілетін Нобель сыйлығы қарсаңында әлеуметтік желіде жүз мыңдаған оқырман жапон жазушысы Харуки Муракамидің жолы бола ма, жоқ па деп қызу пікірталас ұйымдастырады. Мураками шығармашылығы да жапон әлеуметінің жарнамасын ақтап тұр. Осыған дейінгі жапон классикалық әдебиетінде жапон салты, жапон дүниетанымы бірінші орында еді. Ал Муракамидің айналасындағы алып-қашты әңгімелердің бірі ол – аса батысшыл тұлға болғандықтан, жапондар оның шығармасын төл мұрасындай төбесіне көтермейді. Түрі жапон болғанымен, ділі американдық деген сыңайда айтылады. Консервативті топтар арасында ішінара кездескенімен, бұл толықтай шындыққа еш жанаспайды. Муракамидің даңқы жапон қаржысына, жапон жарнамасының қолдауына сүйенген. Мураками шығармаларындағы неміс көліктері, қансорғыштар, Битлз әуендері т.б. аралас брэндтер медиада батыстық экзистенциализм мен азияттық мифтердің біріккен сембиозын тудырды. Мураками шығармасына негізделген арт-хаустық фильмдердің денін жапон режиссерлері түсірген. Сол сияқты тағы бір нобелист жапон жазушысы Кадзуо Исигуроның атақты «Сен мені жоғалтып алма» романы Голливудта таспаланды. Айтпағымыз жапонның жұмсақ күші батыстың поп-мәдениетін өз үлгісінде қалыптап өнер деңгейінде жаңа минималистік өмір салтын қалыптастырып келеді. Әлемдік медиа нарықта өз табынушыларын тапқан жапон мәдениетінің бүгінгі таңдағы экспансиясы өте жедел әрі сәтті жүзеге асуда. Батыс экспансиясына бәсекелес бола алатын медиалардың бірі Жапон медиасы.

Тізе берсек мысал шіркінде шек жоқ! Қазіргі таңда қазақ қоғамы жапондық, американдық, кәрістік, түріктік үлгідегі ала-құла мәдениеттердің ұйытқысына айналып бара жатқаны ренжитіндей де жағдай емес. Себебі отандық медианың өзі контентті шетел медиасынан көшіруде. Ютубтағы қаралымы жоғары «Qazaq Stand Up», «Маска», «Талғатпен сұхбат»... секілді тағы да басқа толып жатқан қостілді шоу бағдарламалар, сериалдар бір қарағанда қазақ аудиториясы үшін жұмыс істеп жатқандай көрінгенімен бұл

жобалардың форматы көшірінді, идеясы өзгенікі екенін ескерген жөн. Жастар контентіне сауатты редактура, мәдени сүзгі керек-ақ! Қалаулым, жалаулым деген секілді атауы да, форматы да тұрпайы белден төмен жобалардың ар жағында еуроцентристік сананың үстемдігі айқын аңғарылады.

Қара бояуды қалыңдата берген де дұрыс емес шығар. Қазақтың кең көлемдегі медиа тұлғасы Димаш Құдайбергеннің шетелдік табынушылары әлеуметтік желілерде арагідік қазақша сәлем жолдап, қазақ мәдениетімен танысуға ықыласты екенін білдіріп жатады. Сондай-ақ ұлт тарихын баян еткен фильмдердің бірнеше халықаралық кинофестивальдерде топ жарып жүргені, отандық музыканың кең көлемде таралып жатуы сынды сәтті оқиғалар да жиі кезігеді. Жақында ғана америкалық субмәдениет өкілі, әйгілі рэпер Эминемнің «The Way I Am» бейнебаянында қазақтың ою-өрнегі бейнеленгенін отандық сайттар жарыса жазды. Рэпердің аккаунтына қазақ азаматтары ризашылығын білдіріп, пікір қалдырды. Осындай жайттардың барлығы әлемдік медиа-экспансияда қазақ мәдениетінің де өзіндік үлесі бар екенін білдіреді.

Пайдаланылған әдебиеттер

1 Бейнбриж Жейсон, Гок Никола, Тайнан Лиз. Медиа және журналистика: теория мен практикаға жаңа көзқарас. – Алматы: «Ұлттық аудама бюросы» қоғамдық қоры, 2019. – 592 б.

2 Саид Эдуард Уади. Ориентализм. – Алматы: «Ұлттық аудама бюросы» қоғамдық қоры, 2019. – 328 б.

ПЕДАГОГИКА ЖӘНЕ БІЛІМ БЕРУ
ПЕДАГОГИКА И ОБРАЗОВАНИЕ
FIELD OF PEDAGOGY AND EDUCATION

SRSTI 14.15.31

IMPROVING SCHOOL STUDENTS' PERFORMANCE IN BIOLOGY LESSONS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

A.N. Kemelbekova

Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty

R.Sh. Izbasarova

Scientific supervisor, Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Almaty

This article explores the integration of Artificial Intelligence (AI) into school biology education and its potential to improve students' learning outcomes. With AI rapidly becoming a tool in everyday education, the focus is not on limiting its use but on guiding students to use it critically. Through a review of existing literature, the article highlights AI's ability to enhance visualization of biological concepts, provide personalized learning experiences, and create virtual laboratories for experimental learning. Despite these benefits, challenges such as infrastructure, teacher training, and financial constraints remain obstacles to widespread AI adoption. A survey conducted among school students shows that AI is already an integral part of their academic practices, especially for tasks such as essay writing and problem-solving. The article proposes a teaching model that emphasizes critical thinking, using AI not as a replacement for human cognition but as a partner in learning. By fostering curiosity, reflection, and inquiry through AI-assisted exercises, this model aims to cultivate deep understanding and develop problem-solving skills. In conclusion, the article argues that AI, when integrated thoughtfully into the biology curriculum, can help students become not only better learners but also critical thinkers and future scientists.

Key words: Artificial Intelligence (AI), Biology Education, Critical Thinking, Personalized Learning, Virtual Labs, Student Engagement, Teacher Training, Conceptual Understanding, Adaptive Learning.

In the modern educational landscape, artificial intelligence (AI) has rapidly woven itself into students' daily learning routines. With just a few clicks, students can generate explanations, solve problems, write essays, or create presentations. While this offers incredible opportunities for personalized and efficient learning, it also poses a serious challenge: Are we teaching students how to think critically, or simply how to find answers?

This article explores how AI can be harnessed not merely as a shortcut, but as a thinking partner – a tool that supports inquiry, fuels curiosity, and enhances biological

understanding when used correctly. The key lies not in limiting access to AI, but in teaching students to ask the right questions and engage with AI critically and creatively.

Literature Review.

Artificial Intelligence (AI) has emerged as a powerful tool in enhancing biology education, offering new ways to visualize complex concepts, personalize learning, and provide virtual laboratories. Several studies have explored its integration into secondary education, and while promising benefits have been reported, challenges remain in its widespread adoption.

A key benefit of AI in biology learning is its ability to provide concept visualization through interactive tools, such as 3D models. For example, AI-based technologies enable the creation of three-dimensional representations of biological structures like human cells and organs, helping students better understand abstract and complex biological concepts (Guindy & Kara, 2024) [1]. This form of learning is more engaging and allows for an immersive experience that is highly beneficial in science education.

In addition to visualization, AI offers the advantage of adaptive learning, where the technology customizes educational content based on individual students' needs, pace, and comprehension. Studies have shown that adaptive learning systems significantly improve student engagement and achievement by tailoring challenges to each learner's level (Kulik & Fletcher, 2016) [2]. This personalized learning approach ensures that students are neither overwhelmed nor under-challenged, fostering a more effective learning environment. Such systems also promote deeper learning in areas like genetics, ecology, and evolution by providing students with continuous feedback and guidance (Tarumingkeng, n.d.) [3].

Another important application of AI is in the creation of virtual laboratories. These platforms allow students to conduct scientific experiments that would otherwise be impossible due to physical or financial limitations. AI-driven virtual labs provide an excellent solution for schools with limited resources, offering simulations for processes like photosynthesis or genetic analysis (Hofstein & Lunetta, 2004) [4]. According to recent studies, virtual labs are particularly valuable in secondary education, where access to well-equipped physical laboratories is often restricted (Adedo & Deriwanto, 2024) [5].

However, the adoption of AI in education faces several challenges. One major obstacle is the infrastructure required to implement AI-based learning tools. Schools in remote areas often lack the necessary hardware, software, and stable internet connections to effectively use these technologies (Li, 2024) [6]. Furthermore, teachers may lack the training to integrate AI into their teaching practices, reducing the potential benefits of AI in the classroom (Salas-Pilco et al., 2022) [7]. Research has highlighted that teacher training is crucial for AI's successful integration, ensuring educators are equipped to leverage the technology to enhance student learning.

Perceptions of AI in education are largely positive, with many teachers and students seeing it as a valuable addition to the learning process. Teachers report that AI helps in making complex biology concepts more accessible, and students find the technology motivating and engaging (Buchanan et al., 2021) [8]. However, some

students express concerns about the technical difficulties involved in using AI without teacher support. This indicates that while AI can enhance the learning experience, the role of teachers remains crucial in guiding students through these technologies (Hattie, 2008) [9].

Finally, despite its numerous benefits, the cost of implementing AI-based systems is still a significant barrier. Schools must invest in both hardware and software, which may not be feasible for institutions with limited funding (Spector et al., 2008) [10]. This financial challenge is compounded by the need for ongoing professional development for educators to keep pace with advancements in AI technology.

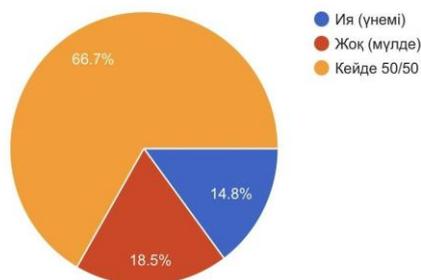
In summary, while AI has demonstrated its potential to revolutionize biology learning by enhancing visualization, providing personalized experiences, and creating accessible virtual labs, the challenges related to infrastructure, teacher training, and cost must be addressed. Continued research and investment in these areas are essential for maximizing the potential of AI in secondary biology education.

The recognition of AI technology's potential in higher education predates the public introduction of generative AI models such as ChatGPT by OpenAI, highlighting the evolving landscape of educational technology and its implications for learning and teaching. Nguyen et al. (2020) [11]. highlighted the capacity of AI to unveil critical indicators previously overlooked by stakeholders at various levels of the educational hierarchy, suggesting a transformative role for AI in shaping strategic decisions and educational outcomes. Furthermore, the comprehensive review by Zawacki-Richter et al. (2019) [12]. emphasised AI's potential in facilitating adaptive learning systems personalisation, and intelligent tutoring systems, underscoring the technology's capability to cater to diverse learning needs and styles. These advancements demonstrate the potential for a revolutionary change in education, creating learner-centred environments that could significantly boost student engagement. However, the deployment of AI in educational contexts also introduces ethical concerns, including data privacy, bias in AI algorithms, and the implications of AI-mediated interactions on the student learning experience (Essien et al., 2024) [13]. These issues require a thoughtful and considered strategy for incorporating AI technologies in higher education, ensuring that their advantages are achieved while mitigating potential risks and prioritizing ethical practices and student welfare (Holmes et al., 2021; Nguyen et al., 2023) [14].

Secondary school students often find biology topics like genetics, cell structures, and ecological dynamics abstract and difficult to grasp (Singh et al., 2020) [15]. AI tools such as intelligent tutoring systems, virtual labs, and adaptive testing can create an engaging and effective learning environment. Despite its potential, the application of AI in secondary education remains underexplored, particularly in biology teaching.

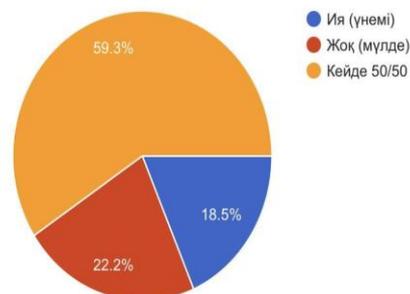
Сабақ үстінде жасанды интеллектті (AI) қолданасыңдар ма?

27 responses



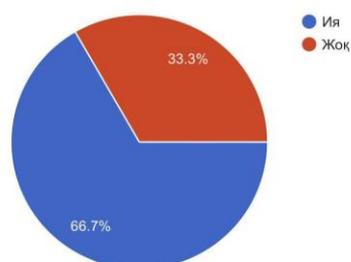
Үй тапсырмасын орындағанда AI-ды пайдаланасыңдар ма?

27 responses



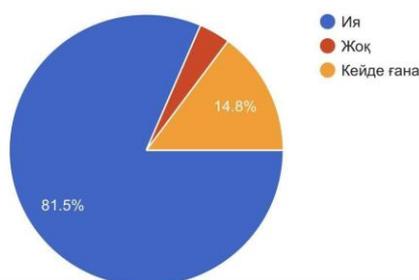
Жасанды интеллектті реферат жазу, презентация жасау немесе есеп шығару үшін қолданасыз ба?

27 responses



Жасанды интеллектті пайдалы құрал ретінде қабылдайсыз ба?

27 responses



Methodology.

To understand how students currently use AI in their education, a short survey was conducted among 27 secondary school students.

They were asked five key questions related to their interaction with AI:

- Do you use AI during class?
 - Always: 14.8%
 - Sometimes: 66.7%
 - Never: 18.5%
- Do you use AI when doing homework?
 - Always: 18.5%
 - Sometimes: 59.3%
 - Never: 22.2%
- Do you have knowledge about artificial intelligence?
 - Yes (always): 51.9%
 - Somewhat: 44.4%
 - Not at all: 3.7%

- Do you use AI for writing essays, presentations, or solving problems?
 - Yes: 66.7%
 - No: 33.3%
- Do you consider AI a useful tool?
 - Yes: 81.5%
 - Somewhat: 14.8%
 - No: 3.7%

Analysis and Discussion.

The data clearly show that AI is already deeply embedded in students' academic practices, especially outside the classroom. The majority use it "sometimes" or "always", particularly for tasks like essays and problem-solving. This raises two key insights:

- We cannot ignore AI or prohibit its use—students are already integrating it into their learning.
- We must guide students on how to use AI wisely and thoughtfully, not as a replacement for thinking, but as a tool to develop it. At the heart of this challenge is the art of asking questions. A well-formed question not only unlocks deeper understanding but also prevents students from accepting surface-level answers. This is where the true educational potential of AI lies.

Suggested Teaching Approach: AI for Critical Thinking in Biology. To address the current gap between AI use and critical engagement, a new model of classroom learning is proposed:

1. *Start Every Lesson with a Question Exercise.*

Each biology lesson begins with a short task:

- Students are asked to use AI to generate at least five thought-provoking questions on the topic of the day.
- Questions are evaluated based on depth, originality, and relevance.
- Example topic: Human Circulatory System
 - "What if the human heart had two pacemakers instead of one?"
 - "How could AI be used to detect blood vessel blockages early?"

Grading: 5 points for the question task, 5 points for class participation and homework. This routine builds habits of curiosity and reflection.

2. *Two-Part Exam System.* To develop both core knowledge and AI-enhanced problem-solving skills, students take two types of exams:

- *Traditional Exam:* No AI allowed. Tests memory, comprehension, and basic application.
- *AI Exam:* Students are allowed to use AI to solve real-life biological problems, analyze data, or simulate biological processes.

Example: "Use AI to model how environmental change might influence the evolution of a species".

This dual system ensures balance: students retain essential knowledge while also learning to leverage AI creatively and ethically.

Conclusion.

Artificial intelligence (AI) is transforming how we approach education, and its influence on biology education is no exception. As AI continues to evolve, its potential to enhance students' learning experiences is undeniable. However, it is essential that AI is integrated thoughtfully into the classroom. Teachers must guide students on how to use AI as a tool for critical thinking rather than as a shortcut to answers. This shift in mindset is crucial for ensuring that students develop deep, reflective understanding. AI should not replace human cognition, but rather augment it. When students use AI to support their inquiry, they develop problem-solving skills and learn to ask meaningful questions. This is where the true power of AI in education lies – creating opportunities for exploration, creativity, and curiosity.

Moreover, AI has the ability to bridge gaps in traditional educational resources. For example, virtual labs can allow students to conduct experiments that would otherwise be inaccessible due to limited resources. Personalized learning through AI also ensures that each student can progress at their own pace, promoting a more inclusive learning environment. However, the integration of AI comes with challenges. Teachers need adequate training to effectively use AI tools, and schools must invest in infrastructure. Without these supports, the potential benefits of AI may be undermined. Furthermore, the role of AI in fostering critical thinking should not be overlooked. It is essential that students are taught to approach AI-generated information with skepticism and a willingness to question its outputs. In doing so, they become more discerning learners and better problem-solvers.

In conclusion, AI has the power to revolutionize biology education, but it must be integrated with careful consideration of its challenges and opportunities. By balancing AI use with traditional methods and fostering critical thinking, we can create an educational environment that not only prepares students for exams but also for future scientific inquiry. AI can be a valuable ally in helping students become the next generation of thinkers, researchers, and innovators. However, the key is in how we teach them to use it. When students learn to engage critically with AI, they develop the skills needed to thrive in a rapidly changing world. The future of education lies in shaping students' relationship with AI, ensuring it enhances, rather than hinders, their intellectual growth. Ultimately, AI's role in biology education should be seen not as a replacement for human insight but as a powerful tool for enhancing it.

References

- 1 Kara, P.A.; Guindy, M. 3D battlespace visualization and defense applications on commercial and use-case-dedicated light field displays. In Proceedings of the Big Data IV: Learning, Analytics, and Applications, SPIE, Orlando, FL, USA, 3 April–13 June 2022; Volume 12097, p. 183–191.
- 2 Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: a meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42–78.
- 3 Tarumingkeng, I.R.C. (n.d.). *The Influence of Generative Artificial Intelligence in the development of Science and Science*.

- 4 Hofstein, A., & Lunetta, V.N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54.
- 5 Adedo, E., & Deriwanto, D. (2024). The Development of Digital Media and Its Utilization in Islamic Religious Education Learning. Curup State Islamic Religious Institute.
- 6 Li, M. (2024). Integrating Artificial Intelligence in Primary Mathematics Education: Investigating Internal and External Influences on Teacher Adoption. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1–26.
- 7 Salas-Pilco, S. Z., Xiao, K., & Hu, X. (2022). Artificial intelligence and learning analytics in teacher education: A systematic review. *Education Sciences*, 12(8), 569.
- 8 Buchanan, C., Howitt, M.L., Wilson, R., Booth, R.G., Risling, T., & Bamford, M. (2021). Predicted influences of artificial intelligence on nursing education: Scoping review. *JMIR Nursing*, 4(1), e23933.
- 9 Hattie, J. (2008). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. routledge.
- 10 Spector, J.M., Merrill, M.D., Van Merriënboer, J., Driscoll, M.P., Hannafin, R. D., & Young, M. F.(2008). The Handbook of Research on Educational Communications and Technology 3rd ed. In *The Handbook of Research on Educational Communications and Technology 3rd ed*.
- 11 Nguyen, A. (2020). Data Analytics in Higher Education: An Integrated View. *Journal of Information Systems Education*, 31(1), 61-71.
- 12 Zawacki-Richter, O. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/41239-019-0171-0>.
- 13 Essien, A.(2024). The influence of AI text generators on critical thinking skills in UK business schools. *Studies in Higher Education*, 0(0), 1-18. <https://doi.org/10.1080/03075079.2024.2316881>.
- 14 Holmes, W.(2021). Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>.
- 15 Singh et al., (2020). Promoting inquiry based learning through AI tools in science education. *Journal of modern education*, 12(3), 67-81.

ҒТАМР 14.29.01

АУТИЗМІ БАР БАЛАЛАРДЫҢ ВИЗУАЛДЫ ҚАБЫЛДАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ КОММУНИКАЦИЯҒА ӘСЕРІ

Ж.Ж. Қартпаева

П.ғ.к., доцент, Қ. Жұбанова атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ.

Г.Т. Акжанова

Магистрант, Қ. Жұбанова атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ.

Бұл мақалада аутизм спектрлік бұзылысы (АСБ) бар балалардың визуалды қабылдау (көрнекі тану) ерекшеліктері мен олардың коммуникация процесіне тигізетін ықпалы қарастырылады. Визуалды қабылдау баланың қоршаған ортадан алынған ақпаратты өңдеп, оны түсіну және қарым-қатынас орнату қабілетіне тікелей әсер етеді. Әдеби шолулар мен эмпирикалық зерттеулер негізінде визуалды қабылдаудың негізгі компоненттері (бет әлпетін тану, көзқарас фиксациясы, кеңістік қатынастары, қозғалысты қабылдау, көрнекі жады, сенсорлық сезімталдық) мен олардың бұзылыстары сипатталады. Сондай-ақ, визуалды қабылдау бұзылыстарының вербалды және вербалды емес коммуникацияға, әлеуметтік өзара әрекетке және оқу процесіне ықпалы талданады. Мақалада визуалды қабылдауға бағытталған интервенциялар ұсынылады.

Түйін сөздер: аутизм спектрлік бұзылысы, визуалды қабылдау, коммуникация, әлеуметтік өзара әрекет, сенсорлық сезімталдық, визуалды интервенция.

Кіріспе.

Аутизм спектрлік бұзылысы (АСБ) – даму мерзімінде басталатын, әлеуметтік қатынастарды, коммуникацияны, сондай-ақ мінез-құлқының шектеулі қайталанатын үлгісін көрсететін неврологиялық даму ерекшелігі. Бұл бұзылыс қазіргі таңда әлем бойынша кеңінен таралып, әрбір 54 баланың бірінде кездесетіні анықталды [1; 2]. АСБ бар балаларда әлеуметтік өзара әрекет пен қарым-қатынас дағдыларының дамуы жиі тежеліп, сөйлеу мен тілдік емес коммуникация саласында айтарлықтай қиындықтар туындайды.

Визуалды қабылдау – бұл көз арқылы алынған ақпаратты өңдеу, талдау және мағыналы формаға келтіру процесі, ол кеңістіктік қатынастарды, қозғалысты, бет әлпетін тану сияқты көптеген компоненттерден тұрады [3].

Аутизмі бар балаларда визуалды қабылдау функцияларының бұзылыстары, мысалы, қозғалысты қадағалаудағы, бет-әлпетті танудағы және визуалды кеңістікті өңдеудегі қиындықтар, олардың коммуникация және әлеуметтік қатысу қабілетіне теріс әсер етеді [4; 5].

Зерттеулер көрсеткендей, аутизмі бар балаларда визуалды қабылдаудың кейбір аспектілері ерекше дамыған немесе керісінше әлсіз болуы мүмкін, бұл коммуникациялық қиындықтардың пайда болуына ықпал етеді [6]. Мысалы, бет-әлпетті тану және көзге қарау төменгі деңгейде болуы әлеуметтік сигналдарды қабылдауда кедергі келтіреді, ал визуалды детальдарға шоғырлану жалпы көріністі түсінуді қиындатады [7]. Сонымен қатар, визуалды қабылдау мен аудиовизуалды интеграцияның бұзылуы сөйлеуді түсіну мен қолдануда да қиындықтар тудырады [8].

Бұл мақалада визуалды қабылдаудың негізгі компоненттері мен олардың аутизм спектрлік бұзылысы бар балалардағы ерекшеліктері қарастырылады. Сонымен қатар, визуалды қабылдау мен коммуникацияның өзара байланысы, емдеу мен интервенция тәсілдері, әрі қарайғы зерттеулердің бағыттары талданады.

Визуалды қабылдаудың теориялық негіздері.

Визуалды қабылдау – адамның көру арқылы сыртқы әлем туралы ақпаратты алу және оны мида өңдеу процесі. Ол көру жүйесі арқылы алынған ақпаратты талдап, адамға қоршаған ортаны бағдарлауға және түсінуге мүмкіндік береді. Визуалды қабылдау төмендегі негізгі компоненттерден тұрады (*Сурет 1*):

– *Бет әлпетін тану* (facial recognition) – адамның эмоциясын, көңіл-күйін, ниетін анықтау қабілеті;

– *Көзқарасты фиксациялау* (gaze fixation) – әлеуметтік сигналдарды тануда маңызды рөл атқаратын көзге назар аудару процесі;

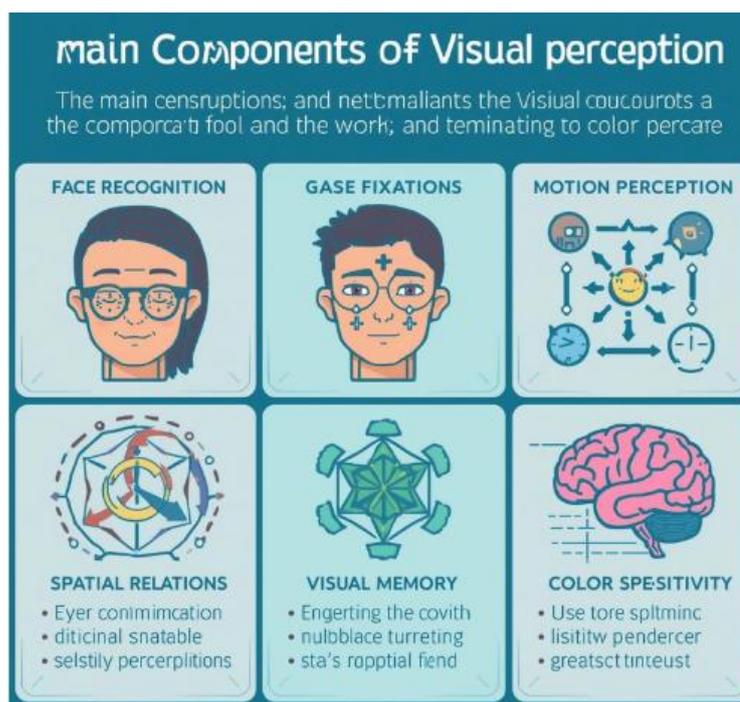
– *Кеңістіктік қатынастарды қабылдау* (spatial relations) – нысандардың өзара орналасуын анықтау қабілеті;

– *Қозғалысты қабылдау* (motion perception) – қоршаған ортадағы қозғалысты анықтау және талдау қабілеті;

– *Көрнекі жады* (visual memory) – бұрын қабылданған визуалды ақпаратты есте сақтау мен қайта жаңғырту қабілеті;

– *Сенсорлық сезімталдық* (sensory sensitivity) – көру стимулдарына жеке реакция деңгейі [9].

Аталған процестердің барлығы бір-бірімен байланысты және күрделі нейрондық жүйелер арқылы жүзеге асады.



Сурет 1. Визуалды қабылдаудың негізгі компоненттері.

Нормативті дамуда визуалды қабылдау әлеуметтік сигналдарды (мысалы, бет әлпетіндегі эмоция, көзқарас бағыты) түсінуге және әлеуметтік байланыс орнатуға мүмкіндік береді. Ал аутизм спектрінің бұзылысы бар балаларда бұл процестің кейбір бөліктері бұзылуы немесе өзгеше сипат алуы мүмкін.

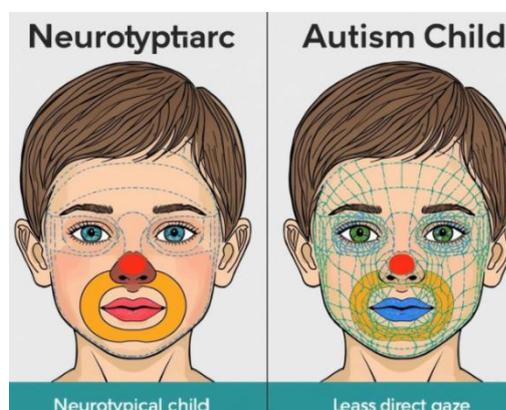
Аутизмі бар балалардың визуалды қабылдау ерекшеліктері.

Ғылыми зерттеулер көрсеткендей, аутизмі бар балаларда визуалды қабылдау біркелкі дамымайды: кейбірі ерекше детальдарға шоғырланып, жалпы көріністі елемейді. Бұл құбылысты «жергілікті өңдеу стилі» (local processing bias) деп атайды. Frith және Happé (2006) зерттеулерінде аутизмі бар балалардың ақпаратты өңдеуде «жергілікті өңдеу стилі» (local processing bias) басым екені анықталған [10]. Яғни, олар жалпы көріністен гөрі ұсақ бөлшектерге көбірек мән береді. Мұндай когнитивтік стиль сөйлеу мен әлеуметтік өзара әрекеттегі қиындықтардың нейropsихологиялық негізін түсіндіреді.

Зерттеулер көрсеткендей, аутизмі бар балалар басқа адамдардың көз аймағына қараудан қашады және көбіне айналасындағы ұсақ бөлшектерге (мысалы, ауыз, мұрын немесе фон элементтері) назар аударады [9]. Бұл мінез-құлық әлеуметтік сигналдарды дұрыс қабылдауға кедергі келтіреді және қарым-қатынасқа түсуге кедергі жасайды.

Сонымен қатар, аутизмі бар балаларда көзге қарау ұзақтығы мен жиілігі төмен, бет әлпеттерін тану қиындайды [11]. Бұл олардың эмоцияны түсінуі мен қарым-қатынасқа түсу қабілетін шектейді. Мысалы, Dawson және оның әріптестері жүргізген зерттеуде (2005) аутизмі бар балалардың көзқарасты бекіту уақыты нейротиптік балаларға қарағанда екі есеге қысқа болғаны анықталған (Сурет 2) [12].

Сондай-ақ, визуалды және аудиовизуалды ақпаратты біріктіру (интеграция) процесінің әлсіздігі сөйлеуді түсіну мен өз ойын жеткізуді қиындатады [13].



Сурет 2. Нейротиптік бала мен аутизмі бар баланың визуалды қабылдауы.

Визуалды қабылдаудың коммуникацияға әсері.

Коммуникацияның тиімді болуы баланың визуалды ақпаратты дәл қабылдап, оны мағыналық тұрғыдан өңдей алуына байланысты. Визуалды қабылдаудың бұзылулары балалардың тілдік емес және тілдік коммуникациясына төмендегідей әсер етеді:

– Көзге қарау, бет-әлпеті мен мимиканы оқу мүмкіндігінің төмендеуі – сөйлеу, эмпатия, әлеуметтік сигналдарды түсіну қабілетіне кері әсер етеді. Мысалы, визуалды мәліметтер (ерін қимылы, бет сигналдары) қалыс қалған жағдайда, аутизмі бар балалар дыбыстық сигналдарға (сөйлеуге) артық тәуелді болуы мүмкін [14].

– Қоғамдық жағдайда («мұражай», «мектеп») көзге түспейтін, тез өзгеретін визуалды сигналдардан қате интерпретация пайда болуы мүмкін – бала көрген-тапқанын дұрыс емес түсініп, жауап беру немесе өзара әрекеттесуде артта қалуы мүмкін.

– Визуалды қабылдаудың әлсіздігі сөйлеуді қолдау үшін қолданылатын көрнекі құралдардың (пиктограммалар, суреттер, белгі жүйелері) тиімділігін төмендетуі мүмкін – мысалы, суретпен айырбастау жүйесі (PECS) және бейнелі коммуникация құралдары [15].

– Визуалды ақпаратты өңдеу мәселелері сабақта, үйде, ортада назар аудару, ақпаратты жүйелеу және қызметтерді өз бетімен атқару-қатысу деңгейіне (participation) әсер етеді [16].

Практикалық маңызына тоқталатын болсам, білім беру ортасында балалармен жұмыс істегенде визуалды ортаны (шулы, барлығы бір-түрлі декорация, көп қозғалатын заттар) қарапайым, жүйеленген етіп ұйымдастыру қажет.

Коммуникациялық қолдау құралдары (пиктограммалар, суреттер, визуалды кестелер) аутизмі бар балаларға коммуникацияны бастау және дамытуда маңызды.

Визуалды қабылдауды дамытуға бағытталған түзету шараларын (мысалы: визуалды дискриминация, көрнекі-кеңістік қатынастарын меңгеру) енгізу коммуникациялық дағдылардың артуына ықпал етуі мүмкін [17].

Визуалды интервенциялар және түзету жұмыстары.

Аутизм спектрлік бұзылысы бар балалардың визуалды қабылдау және коммуникация қабілеттерін дамытуда арнайы педагогикалық интервенциялар маңызды орын алады. Мұндай интервенциялар визуалды ақпаратты қабылдау мен өңдеуді қолдауға, сонымен қатар вербалды емес коммуникация құралдарын тиімді пайдалануға бағытталған.

Қазіргі уақытта дефектология және арнайы педагогика тәжірибесінде 1-кестеде көрсетілген визуалды бағыттағы интервенциялар жиі қолданылады.

Кесте 1. Визуалды интервенциялар.

№	Интервенциялар	Сипаттамасы
1	Визуалды қолдау әдістері (Visual Supports)	Бұл әдіс аутизмі бар балаларға күнделікті іс-әрекеттерін, оқу тапсырмаларын немесе әлеуметтік жағдайларды жақсы түсінуге көмектеседі. Суреттер, пиктограммалар, кестелер мен сызбалар арқылы берілген ақпарат баланың түсінуін жеңілдетеді және сөйлеуге тәуелділікті азайтады [18].
2	ТЕАССН бағдарламасы (Treatment and Education of Autistic and related Handicapped Children)	ТЕАССН әдісі құрылымдалған орта құруға және визуалды ұйымдастыру арқылы баланың дербестігін арттыруға бағытталған. Бұл бағдарлама визуалды стимулдар арқылы ақпарат беру принципіне негізделіп, баланың өздігінен әрекет ету қабілетін дамытады [19].
3	ПЕКС (PECS – Picture Exchange Communication System) карточкалары	PECS жүйесі арқылы бала өз қажеттіліктері мен тілектерін суреттер арқылы білдіреді. Жүйенің негізгі қағидасы – «суретті айырбастау» (picture exchange): бала қажетті заттың бейнесі бар карточканы ересек адамға ұсына отырып, коммуникация бастамасын жасайды. Көптеген зерттеулер көрсеткендей, PECS карточкаларын пайдалану аутизмі бар балалардың әлеуметтік және тілдік белсенділігін арттырады. Bondy және Frost (2001) зерттеуінде PECS әдісін қолданған балалардың 59%-ында вербалды сөйлеу элементтері дамығаны дәлелденген [20]. Ал Ganz et al. (2012) жүргізген мета-талдау нәтижесі бойынша PECS визуалды қабылдау арқылы қарым-қатынас жасау дағдыларын айтарлықтай жақсартатыны анықталған [21].
4	Бейне модельдеу (Video Modeling)	Бұл әдіс баланың белгілі бір әрекетті немесе әлеуметтік мінез-құлықты видео арқылы көріп, соны қайталауына негізделеді. Визуалды және имитациялық қабілеттерді бір уақытта дамыта отырып, бейне модельдеу аутизмі бар

		балалардың әлеуметтік өзара әрекетке түсуін жеңілдетеді [18].
5	Сенсорлық интеграция терапиясы (Sensory Integration Therapy)	А. Ayres ұсынған бұл терапия визуалды, тактильді және вестибулярлық стимулдарды біріктіріп, орталық жүйке жүйесінің үйлесімді жұмыс істеуін дамытады. Бұл тәсіл визуалды қабылдаудың тұрақтылығын арттырып, баланың сенсорлық бейімделуін жақсартады [19].

Мұндай интервенциялар баланың визуалды ақпаратты дұрыс өңдеу қабілетін жақсартып, коммуникацияны дамытуға оң әсер етеді.

Қорытынды.

Жүргізілген талдаулар мен ғылыми әдебиеттерге жасалған шолу нәтижесінде аутизм спектрлік бұзылысы (АСБ) бар балалардың визуалды қабылдауы олардың коммуникациялық және әлеуметтік дамуының шешуші факторы екені анықталды. Визуалды қабылдаудың бұзылыстары – бет әлпетті танудың төмендеуі, көзқарас фиксациясының әлсіздігі, кеңістік қатынастарды дұрыс бағаламау, қозғалыс пен визуалды жадыдағы қиындықтар – балалардың қоршаған ортадан ақпаратты дұрыс өңдеуін және вербалды емес сигналдарды түсінуін шектейді.

Зерттеулер көрсеткендей, аутизмі бар балаларда көру арқылы ақпаратты өңдеу процесі ерекше сипатқа ие: олар көбіне детальдарға шамадан тыс назар аударып, жалпы мағынаны қалыптастыруда қиындық көреді. Мұндай когнитивтік ерекшелік әлеуметтік өзара әрекет пен сөйлеу тілі дамуына тікелей әсер етеді.

Сонымен қатар, визуалды қабылдау бұзылыстары тілдік емес коммуникация құралдарын пайдалануда да қиындықтар туғызады. Мысалы, визуалды белгілер мен пиктограммаларды түсінудегі қиындықтар суретпен айырбастау жүйесін (PECS) немесе визуалды кестелерді қолдану тиімділігін шектейді. Дегенмен, зерттеулер көрсеткендей, мұндай визуалды интервенциялар дұрыс ұйымдастырылған жағдайда коммуникацияны едәуір жақсарта алады.

TEACCH бағдарламасы мен PECS жүйесі балаларға өз ойын бейнелер мен белгілер арқылы білдіруге мүмкіндік береді, ал бейне модельдеу әдісі (video modeling) имитациялық қабілетті дамыта отырып, әлеуметтік дағдылардың қалыптасуына көмектеседі. Сенсорлық интеграция терапиясы (Ayres әдісі) визуалды және басқа сенсорлық каналдардың үйлесімділігін арттырып, баланың сенсорлық бейімделуін күшейтеді. Бұл тәсілдер визуалды қабылдау мен коммуникация арасындағы байланысты нығайтып, сөйлеу және әлеуметтік даму потенциалын арттыруға бағытталған.

Жалпы алғанда, визуалды қабылдау – аутизмі бар баланың әлеуметтік өзара әрекетінің, сөйлеу дамуының және оқыту процесінің маңызды когнитивтік негізі болып табылады. Визуалды қабылдау жүйелерін дамыту мен қолдау коммуникация сапасын арттыруға, эмоционалды реттелуге және әлеуметтік бейімделуге жағдай жасайды. Болашақта бұл бағыттағы зерттеулер визуалды нейрокогнитивтік процестер мен олардың тіл және эмоциямен байланысын тереңірек түсіндіруге бағытталуы қажет.

Пайдаланылған әдебиеттер

- 1 Elsabbagh, M., Divan, G., Koh, Y.J., Kim, Y.S., Kauchali, S., Marcín, C., Fombonne, E. (2012). Global prevalence of autism and other pervasive developmental disorders: A systematic review. *Autism Research*, 5(3), 160-179.
- 2 Maenner, M.J., Shaw, K.A., Baio, J., Washington, A., Patrick, M., DiRienzo, M., Dietz, P. M. (2020). Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years – Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2016. *MMWR Surveillance Summaries*, 69(4), 1-12.
- 3 Goldstein, E.B. (2014). *Sensation and Perception* (9th ed.). Belmont, CA: Cengage Learning. – 502.
- 4 Van der Hallen, R., Evers, K., Brewaeys, K., Van den Noortgate, W., Wagemans, J. (2015). Global processing takes time: A meta-analysis on local-global visual processing in autism spectrum disorder. *Psychological Bulletin*, 141(3), 549-573.
- 5 Simmons, D.R., Robertson, A.E., McKay, L.S., Toal, E., McAleer, P., Pollick, F.E. (2009). Vision in autism spectrum disorders. *Vision Research*, 49(22), 2705-2739.
- 6 Dakin, S.C., Frith, U. (2005). Vagaries of visual perception in autism. *Neuron*, 48(3), 497-507.
- 7 Pellicano, E., Gibson, L., Maybery, M., Durkin, K., Badcock, D.R. (2007). Abnormal global processing along the dorsal visual pathway in autism: A possible mechanism for weak visuospatial coherence? *Neuropsychologia*, 45(9), 2297-2302.
- 8 Stevenson, R.A., Siemann, J.K., Schneider, B.C., Eberly, H.E., Woynaroski, T.G., Camarata, S.M., Wallace, M.T. (2014). Multisensory temporal integration in autism spectrum disorders. *Journal of Neuroscience*, 34(3), 691-697.
- 9 Klin, A., et al. (2002). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations in individuals with autism. *Brain*, 125(4), 891-905.
- 10 Happé, F., & Frith, U. (2006). The weak coherence account: detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(1), 5-25.
- 11 Pellicano, E., & Burr, D. (2012). When the world becomes ‘too real’: a Bayesian explanation of autistic perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(10), 504-510.
- 12 Dawson, G., et al. (2005). Early behavioral intervention, brain plasticity, and the prevention of autism spectrum disorder. *Development and Psychopathology*, 17(3), 689–720.
- 13 Baron-Cohen, S. (2008). Autism and the Eyes: Evidence for Social Brain Theories. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363(1499), 2181-2188.
- 14 Iarocci, G., Rombough, A., Yager, J., Weeks, D. J., & Chua, R. (2010). Visual influences on speech perception in children with autism. *Autism*, 14(4), 305–320.

- 15 Hassan, M.H., Ahmad, M.F., Wardi, R.H., Abdullah, M. H. H., Isa, B., Safwan, N. S. Z., & Yusoff, S. M. (2024). The influence of Picture Exchange Communication Systems (PECS) on the affective development of speech utterances in Autism Spectrum Disorder (ASD). *Journal of Chemical Health Risks (JCHR)*, 14(2), 2994–3008.
- 16 Çelik, S. B., & Özkan, E. (2025). Beyond vision: Exploring the impact of visual perception on participation in children with autism spectrum disorder. *PLoS ONE*, 20(8), e0330457.
- 17 Redkar, S.S., Sankar, G., & Deepak, V.R. (2025). Understanding visual perception skills in autism spectrum disorder: A systematic review. *Journal of Associated Medical Sciences*, 58(1), 245–259.
- 18 Mesibov, G.B., Shea, V., & Schopler, E. (2004). *The TEACCH Approach to Autism Spectrum Disorders*. Springer.
- 19 Ayres, A.J. (2005). *Sensory Integration and the Child*. Los Angeles: Western Psychological Services.
- 20 Bondy, A., & Frost, L. (2001). The Picture Exchange Communication System. *Behavior Modification*, 25(5), 725-744.
- 21 Ganz, J.B., Davis, J.L., Lund, E.M., Goodwyn, F.D., Simpson, R.L. (2012). Meta-analysis of PECS with individuals with autism spectrum disorders: Investigation of targeted versus non-targeted outcomes, participant characteristics, and implementation phase. *Research in Developmental Disabilities*, 33(2), 406-418.

ҒТАМР 14.01.07

БАЛАЛАР ПРОЗАСЫ НЕГІЗІНДЕ ЖАЛПЫАДАМЗАТТЫҚ ҚҰНДЫЛЫҚТАРДЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ТИІМДІ ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІ

Р.А. Хашимжан

Магистрант, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті Алматы қ.

Г.С. Балтабаева

Ф.ғ.д. қауымдастырылған профессор, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ.

Бұл мақалада қазақ әдебиетін құндылықтарға негіздеп оқытудың ғылыми-әдістемелік негіздері талданады. Зерттеу барысында құндылықтар ұғымының аксиологиялық тұрғыдағы мәні ашылып, А. Байтұрсынұлы, М. Жұмабаев, Ж.Аймауытов, К. Әбішев және А. Қыраубаева сынды отандық ойшылдардың көзқарастары негізінде құндылықтық білім берудің маңызы айқындалады. Қазақ әдебиеті пәнінің үлгілік оқу бағдарламасындағы құндылыққа бағытталған оқу мақсаттары сараланып, оларды жүзеге асырудың тиімді жолдары көрсетіледі. 5-сыныпта оқытылатын Тынымбай Нұрмағамбетовтің «Анасын сағынған бала» және Нұрдәулет Ақыштың «Нағыз әже қайда?» шығармаларын талдау нәтижелері ұсынылып, оқушылардың отбасы, адамгершілік, мейірім, туған жерге құрмет сияқты негізгі құндылықтарды қалай қабылдайтыны тәжірибелік тұрғыдан дәлелденеді. Зерттеу нәтижелері көркем мәтінді аксиологиялық тәсілмен түсіндіру оқушылардың тұлғалық қасиеттерін дамытуда, рухани-адамгершілік дүниетанымын қалыптастыруда және эстетикалық талғамын жетілдіруде жоғары нәтиже беретінін көрсетеді.

Түйін сөздер: құндылық, аксиология, құндылыққа негізделген оқыту, қазақ әдебиеті, көркем мәтін, құндылықтар, әдеби талдау.

Кіріспе.

Құндылықтарға негізделген білім беру жүйесі педагогикада жаңадан пайда болған ұғым емес. Тұлғаны құндылыққа бағдарлап оқыту мәселесі туралы қазақтың ұлы ағартушылары мен білім беру саласының көрнекті педагогтері өз еңбектерінде бұған дейін де кеңінен тоқталған. Қазақ тілінің сөздігінде «құндылық» сөзіне мынадай анықтама беріледі: 1) қымбат, бағалы нәрсе; 2) маңызды, мәні бар нысан [1]. Демек, объективті болмыстағы ең елеулі, аса қажет

игіліктерді біз құндылық ретінде қабылдаймыз. Олар, сөз жоқ, адам өміріндегі мұраттар мен мақсаттардан, этностық ерекшеліктерден және басқа да себептерден туындайды.

Ғылымда құндылықтар жүйесін зерттейтін сала – аксиология. Аксиология (грекше *axios* – құнды, *logos* – ілім) – құндылықтардың мәнін, олардың қоғамдық болмыстағы орнын, сондай-ақ құндылық әлемінің құрылымын қарастыратын философиялық бағыт. Бұл ілімнің басты мазмұны – оқушыны рухани-адамгершілік және жалпыадамзаттық қасиеттер негізінде тәрбиелеу.

Бұл тұжырымды профессор К.А. Әбішевтің құндылықтардың мәні туралы пікірі толықтыра түседі. Зерттеуші: *«Құндылықтар дегеніміз адам немесе адами қауымдастық не үшін жер бетінде жүр, не үшін тіршілік етеді, өзінің өмірін неге арнайды, не арқылы өзін адам деп сезінеді, не оның өміріне мағына береді»* – деп атап көрсетеді [2].

Ұлт ұстазы А. Байтұрсынұлы да: *«...қазақта бай әдебиет бар, соның асыл мақсұтын таныту қажет»* деген ой айтады. Ол атап отырған «әдебиеттің асыл мақсаты» төмендегідей бағыттарды қамтиды:

- ғасырлар бойы жинақталған ұлттық құндылықтарды жас буынның бойына дарыту;
- жеткіншектерді отансүйгіштікке, елін сүйуге баулу;
- көркем ойды жүйелі әрі әсерлі жеткізу қабілетін дамыту;
- ойын дәл, нақты және көркем түрде баяндауға үйрету;
- әдеби туындыдан түйген тағылымды өмірлік тәжірибеде қолдануға бейімдеу.

Ал М. Жұмабаев өзінің «Педагогика» еңбегінде: *«Ұлт тәрбиесі баяғыдан бері сыналып келе жатқан тақтақ жол болғандықтан, әрбір тәрбиеші сөз жоқ, ұлт тәрбиесімен таныс болуға тиіс. Сол ұлт тәрбиесімен тәрбие қылуға міндетті»* [3], – деп, баланы ұлттық құндылықтар негізінде тәрбиелеудің ерекше маңызын айқындап береді.

Ж. Аймауытовтың «Психология» еңбегіндегі тұжырымдары да бұл ойды тереңдете түседі. Ол: *«Адамның өзін тану, өз жолын табуы өте қиын. Бұл қиындық әсіресе, жастардың басында: олар тәжірибесіз, көңілді, ойы құбылмалы, толқымалы, сондықтан өзін сынай алмайды. Өмір жолдары сан тарау. Жастар тоқсан жолдың торабында, қай жолға түсерін білмей, дағдарды. Егер жазатайым теріс жолға түсіп кетсе, өмірі өкініші кетпейді»* [4], – деп, жас ұрпақтың болашақ тандауындағы жауапкершілікті айрықша атап көрсетеді. Осы арқылы ғалым баланың тұлғалық дамуы мен рухани бағыт-бағдарын айқындауда ұлттық құндылықтарды сiңiрудiң өзектiлiгiн меңзеп отырғанын аңғарамыз.

Қазақтың ұлттық мектеп үлгісін жасап, оны тәжірибеде жүзеге асырған, өз мектебін ашқан Алма Қыраубаева да білім берудегі құндылық мәселесіне ерекше мән берген. Ол: *«Жатқа еліктеу – өзін-өзі қор санау. Бұл – ұлттық сана жетілмеген елде болатын көрініс. Өзінің ұлттық құндылықтарының болашағы жоқ деген түсініктің қалыптасуы – адамның жан дүниесін аздыратын қатердің бірі. Оның жастар арасында, бала сенімінде ұялауына жол беріп*

қоюға болмайды... Жастар арасында Тәттімбеттің кім екенін білмей, Майкл Джексонға құлдық ұру, Қорқыттың философиясын ұқпай жатып, Фрейдке таңғалу, тасқа жазылған ата сөзін оқымай тұрып, Куликово шайқасын білгішсіну ауруы бар...» [5] – деп, ұлттық сана мен рухани түбірден ажыраудың қауіпті екенін айқын көрсетеді.

Жоғарыда келтірілген ғалымдардың ой-тұжырымдарына сүйенсек, егер бала бойында құндылықтар жөнінде терең түсінік қалыптаспаса, әдеби шығармалар арқылы оның рухани дүниесін байыта алмасақ, онда елдің болашағы үшін алаңдаушылық тудыратын жайттардың пайда болатынын түйсінеміз.

Зерттеу материалдары мен әдістері.

Қазақ әдебиеті пәнінің жаңартылған үлгілік оқу бағдарламасында құндылықтарға қатысты бірқатар маңызды оқыту мақсаттары қамтылған. Бұл мақсаттар аксиологиялық бағыттағы білім беруді жүзеге асыруға, сондай-ақ білім алушылардың жеке көзқарасы мен өмірлік қағидаларын қалыптастыруға бағытталған. Айтылған ойды нақтылау үшін төмендегі кестеде тиісті сыныптар бойынша оқыту мақсаттарын ұсынылады:.

5-сынып.

Оқыту мақсаттары:

- шығармадағы эпизодтар арқылы тарихи құндылығын бағалау;
- шығармадағы кейіпкерді өзіндік құндылығы тұрғысынан талдап, әдеби эссе жазу.

6-сынып.

Оқыту мақсаттары:

- шығармадағы кейіпкерлерді өзара салыстыра отырып, тарихи және көркемдік құндылығына баға беру;
- шығармадағы кейіпкерлер қарым-қатынасын отбасылық құндылық тұрғысынан талдап, әдеби эссе жазу.

Қосымша түсіндірме ретінде айта кетерлігі, бұл оқу мақсаттары оқушылардың тек мәтінді түсіну қабілетін ғана емес, сонымен бірге әдеби туындыдағы құндылықтық мазмұнды тануына, оны жеке тәжірибесімен байланыстыра алуына мүмкіндік береді. Сондай-ақ аталған мақсаттар зерттеу жұмысына қажетті материалдарды тандауда, әдістемелік тәсілдерді анықтауда негізгі бағдар ретінде алынды.

Оқу бағдарламасында ұсынылған құндылықтарға бағытталған оқу мақсаттары мұғалімге қандай шығарманы меңгерту кезінде оқушы бойына қай құндылықтарды дарыту керектігін нақты көрсетіп береді. Сондықтан педагогтің міндеті – осы құндылықтарды оқушы санасына тиімді жеткізе алатын әдістемелік амалдарды дұрыс тандау. Білім беру жүйесіндегі құндылықтық бағыттың өзектілігі Қазақстан Республикасы Президентінің 2023 жылғы 20 наурыздағы №145 Жарлығымен бекітілген Ақпараттық доктринада да ерекше атап көрсетілген. Бұл құжатта бала тұлғасында қалыптасуы тиіс негізгі құндылықтар ретінде әділеттілік, мемлекеттік тіл мен тарихқа құрмет, отбасы мен бала құқықтарын қорғау, тәуелсіздік пен патриотизм, жасампаздық пен

прогресс, еңбекқорлық пен білімге ұмтылу, сондай-ақ табиғат пен қоршаған ортаға жауапкершілікпен қарау секілді қағидалар белгіленген

Зерттеу нәтижелері және талқылау.

Қазақ әдебиетін оқыту үдерісі көркем мәтінді талдаумен, оның идеялық-эстетикалық табиғатын ашумен тығыз байланысты. Біз сөз етіп отырған құндылықтар да оқу бағдарламасында ұсынылған көркем шығармалар арқылы қарастырылып, сол мәтіндердің мазмұны негізінде айқындалады. Бұл ретте мұғалімнің назар аударатын басты аспектісі – мәтінмен және мәнмәтінмен жүйелі жұмыс жүргізу. Өйткені құндылықтарды танып-білу, кейіпкер әрекеттерінің себеп-салдарын ашу, шығарманың негізгі идеясын пайымдау мәтін динамикасын терең түсінуді, сондай-ақ мәнмәтіндегі көркемдік бөлшектерді байқай алуды қажет етеді.

Осы мақсатта біз қазақ әдебиетін құндылықтар негізінде оқытудың белгілі бір құрылымын ұсынамыз. Бұл жүйе «аксиологиялық талдаудың толық әрі өзгермейтін моделі» дегенді білдірмейді; керісінше, көркем шығармамен жұмысты мақсатты түрде ұйымдастыруға арналған бағыт-бағдар, әдістемелік тұғыр ретінде ұсынылады.

Мәтінмен және мәнмәтінмен жұмыс барысында білім алушылар көркем туындыдағы құндылықтық мазмұнды анықтап, оны түсінуге және өз өмірлік тәжірибесімен байланыстыра алуға мүмкіндік алады. Әсіресе кейіпкердің әрекетін, мінезін, таңдауларын талдау, сюжеттік желідегі символдық детальдерге назар аудару, автор ұсынған идеяларды пайымдау оқушылардың аксиологиялық ойлауын дамыта түсетіні байқалды.

Жүргізілген зерттеу шеңберінде 5-сынып оқушыларымен бірнеше көркем шығармалар талданып, олардың құндылықтарды қабылдау деңгейі, мәтінге деген қатысы, кейіпкерлерді түсінуі бақыланды. Сабақтар барысында талдау, сұрақ-жауап, рөлдік моделдеу, мәнмәтіндік талдау, салыстыру әдістері қолданылды. Нәтижесінде оқушылардың:

- мәтіндегі құндылықтарды тану қабілеті жақсарғаны;
- кейіпкер әрекетіне этикалық тұрғыдан баға бере алуы артқаны;
- көркем детальді байқау және оның маңызын түсіндіру дағдысы қалыптаса бастағаны;
- оқиға желісін өз өмірімен байланыстыруға ұмтылысы күшейгені;
- отбасы, достық, адамгершілік, Отанға құрмет сияқты негізгі құндылықтарды түсіну деңгейі тереңдегені анықталды.

Бұл нәтиже көркем шығармамен мақсатты, жүйелі, құндылыққа бағытталған жұмыс жүргізу оқушылардың рухани дамуына нақты ықпал ететінін айғақтайды.

5-сынып қазақ әдебиеті оқулығындағы Тынымбай Нұрмағамбетовтің «Анасын сағынған бала» әңгімесін оқушылармен талдау барысында қалыптасқан құндылықтар мынадай:

1-мысал: «Әли күн сайын кешкісін ауылдың сыртындағы жолға ұзақ қарап тұратын. Сол жолмен анасы келе жатқандай, бала жүрегі бірде қуанып, бірде толқып, үміт пен сағынышқа толып тұратын. Көңілі алаң болып, кейде көзіне жас

іркiлiп қалса да, ол анасын күтуден шаршамайтын...» [6]. Бұл мысал арқылы оқушылар анаға деген шексіз сағыныштың, отбасы жылуының, мейірім мен жақын жандарды қадірлеудің маңызын түсінгендерін айтты. Әсіресе, бала жүрегіндегі «анаға деген махаббат» сезімі – 5-сынып оқушылары үшін ең маңызды құндылықтардың бірі екені айқындалды.

2-мысал: «Ауыл адамдары Әлиге әрдайым мейіріммен қарап, оған қолдарынан келгенше қамқорлық танытатын. Дегенмен, қанша жақсы сөз естісе де, бала жүрегі туған ананың жылуын ештеңе алмастыра алмайтынын сезетін. Әли анасының құшағын, оның жұмсақ даусын, жылы көзқарасын үнемі елестетіп, соны арман ететін...» [6]. Бұл үзінді оқушыларға мейірімділік, жанашырлық, адамдар арасындағы жылы қарым-қатынас, отбасы – адамның рухани тірегі екені туралы маңызды түсініктер берді. Балалар Әлидің айналасындағы адамдардың жақсылығын бағалай отырып, бірақ ананың орны бөлек екенін сезінгенін атап өтті.

5-сынып қазақ әдебиеті оқулығындағы Нұрдәулет Ақыштың «Нағыз әже қайда?» әңгімесін оқушылармен талдау барысында қалыптасқан құндылықтар мынадай:

3-мысал: «Әжейдің жымыып күліп, немересін бауырына басқан сәттері Бекзаттың жүрегінде ең жылы естеліктердің бірі болып сақталған еді. Ауылдағы әженің қазаны, оның шапағатқа толы үні, әр сөзінен төгілген мейірімі балаға ежелден-ақ ерекше қуат беретін. «Әжеңді сағындың ба?» деген сөзді естігенде, Бекзаттың көзі жасаурап, ауылға барғысы келіп кететін...» [6].

Бұл мысал арқылы оқушылар үлкенді сыйлаудың, әженің мейіріміне бөленудің, отбасы жылуын сезінудің, сондай-ақ жақын адамын қадірлей білудің маңызын айқын түсінгендерін айтты. Бекзаттың әжесіне деген сағынышы мен оның жүрегіндегі жылы сезімдер оқушыларға отбасы құндылығының адам өміріндегі орны ерекше екенін сезіндіруге мүмкіндік берді.

4-мысал: «Бекзат әжесінің айтқан әрбір өсиетін жүрегіне тоқып өсті. Әжесі кейде кешкісін орындықта отырып, өткен күндерден сыр шерткенде, бала оның әр сөзін ерекше ықыласпен тыңдайтын. Әженің сабырлы да байсалды үні, өмірден түйген тәлімі мен даналығы Бекзатқа үлкен ой салатын. Әсіресе «адам ең алдымен өз тегін, өз елін сыйлай білуі керек» деген әже сөзі оның есінде мәңгіге сақталып қалды...» [6].

Бұл үзінді арқылы оқушылар даналық, үлкеннің ақылын тыңдау, ұлттық тәрбие, тектілік пен елін құрметтеу сияқты терең құндылықтардың маңызын түсінгендерін айтты. Әженің айтқан тағылымды сөздері арқылы балаға берілетін ұлттық сана, дәстүр сабақтастығы, үлкеннің сөзін қадірлеу сияқты рухани қағидалар анық көрінеді.

Қорытынды.

Қорыта айтқанда, көркем әдебиетті оқыту үдерісі бүгінгі білім берудің басты міндеттерімен – оқушының рухани дүниесін байыту, оның бойына жалпыадамзаттық және ұлттық құндылықтарды дарыту мақсатымен тікелей сабақтас. Аксиологиялық тұрғыдан оқыту әдісі осы мақсатқа қол жеткізуге мүмкіндік беретін тиімді әдістемелік бағдар болып табылады. Көркем мәтінде

берілген құндылықтар жүйесі оқушының қабылдауында тек мазмұн ретінде ғана емес, оның жеке тәжірибесі мен ішкі сезім әлемімен ұштасқан шынайы рухани қазынаға айналғанда ғана толық игеріледі. Бұл – мәтіннің көркемдік табиғатын терең сезінуді, авторлық идеяны пайымдай алуды, кейіпкер әрекеттерінің мәнін түсіне білуді қажет етеді.

Қазіргі қазақстандық білім беру жүйесі бәсекеге қабілетті, ойы сергек, ұлттық негізде тәрбиеленген тұлға қалыптастыру міндетін алға қойып отыр. Мұндай тұлға – алдымен құндылықтарға негізделген білімнің жемісі. Сондықтан көркем шығармаларды аксиологиялық талдау арқылы оқыту оқушылардың ұлттық дүниетанымын кеңейтумен қатар олардың ішкі мәдениетін, адамгершілік ұстанымдарын, тұлғалық қасиеттерін дамытуға нақты ықпал етеді. Сонымен бірге құндылыққа бағытталған әдеби білім эстетикалық талғамның қалыптасуына, көркем ойлау қабілетінің артуына және оқушының өмірге деген зерделі көзқарасының орнығуына негіз болады. Осылайша, әдебиетті құндылықтар тұрғысынан оқыту – тек пәндік білім берудің тәсілі ғана емес, тұлға кемелденуінің маңызды педагогикалық тетігі болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер

1 Қазақ тілінің сөздігі / Жалпы ред. басқарған Т. Жанұзақов. – Алматы: Дайк-Пресс, 1999. – 776 б.

2 Абишев К.А. Проблема ценностей в современном мире//Власть как ценность и власть ценностей: метаморфозы свободы. – Алматы: ИФиП МОН РК, 2007. – 470 с.

3 Смағұлова Г., Өтеген Б. Жалпы білім беретін мектептерде қазақ әдебиетін құндылықтарға негіздеп оқыту.

4 Жұмабаев М. Педагогика. – Алматы. 1992.

5 Аймауытов Ж. Психология. Жан жүйесі және өнер таңдау. – Алматы. Рауан. – 1995. – 311 б.

6 Керімбекова Б., Қуанышбаева Ә. Қазақ әдебиеті. 5-сынып оқулығы. – Алматы: Мектеп, 2017. – 120 б.

ҒТАМР 34.01.45

БОЛАШАҚ БИОЛОГИЯ МҰҒАЛІМДЕРІН ДАЯРЛАУДА МОДЕЛЬДЕУДІ ҚОЛДАНУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗДЕРІ

М.А. Абдрахманова

*Магистрант, Ә.Марғұлан атындағы Павлодар педагогикалық университеті,
Павлодар қ.*

Б.К. Жумабекова

*Б.ғ.д., профессор, Ә. Марғұлан атындағы Павлодар педагогикалық университеті,
Павлодар қ.*

Мақалада болашақ биология мұғалімдерін даярлауда модельдеудің әдістемелік негіздері қарастырылады. Модельдеу күрделі биологиялық процестерді көрнекі және практикалық түрде көрсетуге мүмкіндік беретін тиімді педагогикалық құрал ретінде сипатталады. Пәндік, ақпараттық және ойын түріндегі модельдеу әдістері талданады, олардың оқу процесінде студенттерге қолдану ерекшеліктері мен педагогикалық пайдасы көрсетіледі. Модельдеу болашақ мұғалімдердің визуалды, зерттеушілік және практикалық дағдыларын дамытуға ықпал етеді, сабақтағы күрделі ұғымдарды түсінуді жеңілдетеді, студенттердің пәнге қызығушылығын арттырады және білім сапасын жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: модельдеу, болашақ мұғалімдерді даярлау, ақпараттық модельдеу, ойын түріндегі модельдеу, пәндік модельдеу.

Болашақ биология мұғалімдерін даярлау қазіргі білім беру жүйесінің маңызды бағыттарының бірі болып табылады. Студенттердің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыру тек теориялық біліммен шектелмей, олардың оқу қызметіндегі дербестік, шығармашылық және жауапкершілік дағдыларын дамытуға негізделуі тиіс. Осы мақсатқа жетудің тиімді жолдарының бірі – модельдеу әдісін қолдану, ол күрделі биологиялық процестерді нақты, көрнекі және практикалық тұрғыдан көрсетуге мүмкіндік береді. Модельдеу студенттердің сын тұрғысынан ойлау қабілетін, зерттеушілік дағдыларын және практикалық шеберлігін жетілдіреді. Мақалада болашақ биология мұғалімдерін даярлауда қолданылатын модельдеудің түрлері, оқу қызметін ұйымдастырудағы қолдану тәсілдері және оның білім сапасын арттырудағы рөлі қарастырылады.

Заманның талабына сай білім беру жағдайында басты міндет – болашақ мұғалімдердің жан-жақты кәсіби және тұлғалық дамуын қамтамасыз ету. Бұл

тек олардың жеке жетістіктеріне ғана емес, сонымен қатар білім беру сапасына және қоғамға пайдалы кәсіби қызметке дайын болуына бағытталады. Осы контексте оқу қызметін ұйымдастыруда модельдеу әдісін қолдану олардың шығармашылық және зерттеушілік белсенділігін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, болашақ мұғалімдер оқу қызметінде белсенді, өзін-өзі алға жетелей алатын және білімді тиімді меңгере алатын субъект ретінде қалыптасуына жәрдем болады.

Қазақстан Республикасының мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарттарына сәйкес, студенттердің оқу нәтижелері тек теориялық материалды меңгерумен шектелмей, оны өздігінен қолдана білу арқылы бағаланады. Осы орайда, заманауи педагогикалық тәжірибе болашақ мұғалімдердің кәсіби потенциалын ашуға, оқу қызметін тиімді ұйымдастыруға және зерттеу қабілеттерін дамытуға бағытталған тәсілдерді іздеуді талап етеді. Модельдеу әдісі осы мақсатқа қол жеткізудің тиімді құралы болып табылады. Ол күрделі биологиялық процестерді нақты, көрнекі және практикалық тұрғыдан көрсетуге мүмкіндік береді.

Қазіргі білім беру үдерісінде модельдеу білімді меңгерудің және практикалық дағдыларды қалыптастырудың негізгі құралдарының бірі болып табылады. Ол екі маңызды функцияны атқарады: бір жағынан, студенттердің оқу материалын игеруі мен практикалық қабілеттерін дамытуға мүмкіндік береді, екінші жағынан, оқу мазмұнын жүйелеу және құрылымдау құралын қамтамасыз етеді.

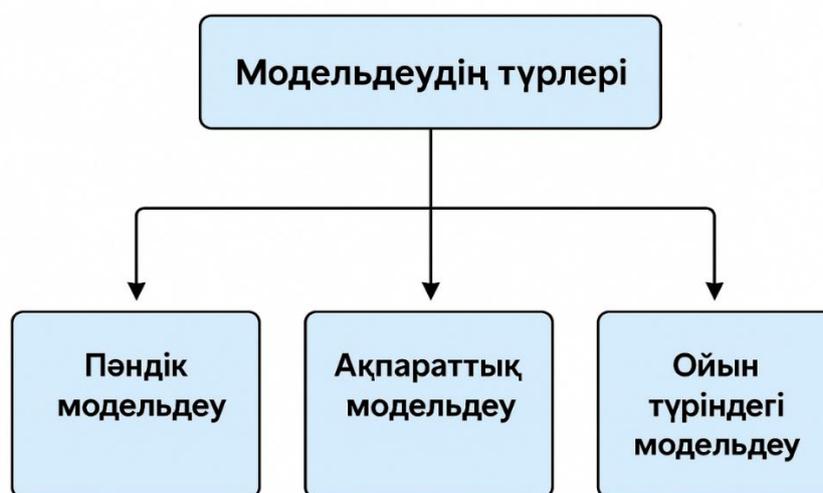
Модельдеу процесі өзара байланысты бірнеше кезеңнен тұрады: материалды мұқият талдау, оны белгілер мен символдар жүйесіне айналдыру, модельмен жұмыс жасау және алынған нәтижелерді нақты жағдаймен салыстыру. Әрбір кезең арнайы құралдар мен әдістерді қолдануды қажет етеді, олар студенттер үшін бір жағынан білімнің объектісі болып, екінші жағынан практикалық дағдыларды қалыптастыруға қызмет етеді. [1].

Пәндік (заттық) модельдеу – биологиялық объектілердің немесе процестердің визуалды макеттерін жасауға бағытталған. Бұл тәсіл студенттерге жасушаның құрылымы, органоидтардың қызметі, ағзалардың физиологиялық процестері сияқты күрделі биологиялық ұғымдарды нақты және көрнекі түрде көрсетуге мүмкіндік береді. Мысалы, ДНҚ қос спираль құрылымын немесе жасуша мембранасын әртүрлі материалдардан макет ретінде жасау студенттердің материалды толық түсінуіне, практикалық сабақтарда оны тиімді қолдануына ықпал етеді.

Ақпараттық модельдеу – объектілер мен процестерді логикалық және көрнекі түрде ұсыну. Мұнда графиктер, диаграммалар, кестелер, сызбалар қолданылады. Ақпараттық модельдер студенттердің деректерді талдау, құрылымын түсіну, элементтер арасындағы байланыстарды анықтау қабілетін дамытады. Бұл тәсіл биологиялық процестердің динамикасын түсінуге, жаңа білімді тиімді меңгеруге және ғылыми зерттеу әрекеттерін ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Ойын түріндегі модельдеу – студенттердің танымдық белсенділігін, шығармашылық қабілетін және практикалық дағдыларын дамытуға бағытталған. Мысалы, «Генетикалық лотерея» ойыны арқылы тұқымқуалаушылық заңдылықтарын зерттеу кезінде студенттерге генотип карталары беріледі, олардың көмегімен ұрпақ белгілері болжанады. Бұл тәсіл болашақ мұғалімдерге сабақ барысында оқушылардың қызығушылығын арттыру, теориялық білімді практикалық тұрғыда көрсету дағдыларын қалыптастыруға септігін тигізеді.

Сызба 1. Модельдеудің түрлері.



Модельдеу әдістерінің бұл түрлері болашақ биология мұғалімдеріне оқу қызметін ұйымдастыруда негізгі рөл атқарады. Олар студенттердің оқу материалын терең меңгеруіне, сыни ойлау қабілетін дамытуға, ақпаратты талдау және жүйелеу дағдыларын қалыптастыруға көмектеседі. Сонымен қатар, бұл тәсілдер кәсіби даярлықта студенттердің практикалық сабақтарды тиімді жоспарлау, оқу материалын визуалды және логикалық түрде ұсыну қабілеттерін жетілдіреді.

Шындап келсек, модельдеудің бұл түрлерін мета-пәндік нәтиже ретінде қарастыруға болады. Бұл әдіс оқушыларға оқу материалын үлгі немесе объект ретінде көрсетуге және оны құрылымдауға мүмкіндік беретін әмбебап оқу әрекеті болып табылады. Модельдеу зерттелетін материалды талдаудан тұратын күрделі процесс. Оның әрбір компоненті белгілі бір операциялық функцияны атқарады және студенттердің қабылдау объектісі ретінде қызмет ететін құралдарды қамтиды [2]. Негіздеп келгенде жаратылыстану бағытындағы пәндерді меңгеру табыстылығы көбінесе студенттердің модельдеу әдісін саналы, сапалы түрде қолдана алу қабілетіне байланысты [3].

Қорытынды.

Бұл мақалада болашақ биология мұғалімдерін даярлауда оқу қызметін ұйымдастыру барысында модельдеуді қолдану мәселесі қарастырылды. Модельдеу әдісі студенттердің күрделі биологиялық құбылыстарды көрнекі түрде түсінуіне, теориялық білімді практикалық іс-әрекетке айналдыра алу

қабілеттерін дамытуға және сыни ойлауын жетілдіруге ықпал етеді. Пәндік, ақпараттық және ойындық модельдеу түрлері студенттерге оқу материалын жүйелі түрде талдауға, ақпаратты визуалды және логикалық түрде ұсынуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, модельдеу болашақ мұғалімдерге оқу қызметін тиімді ұйымдастыруға, сабаққа қызығушылық пен белсенділікті арттыруға, білім сапасын жоғарылатуға жағдай жасайды. Осылайша, оқу қызметінде модельдеуді қолдану болашақ биология мұғалімдерінің кәсіби құзыреттерін қалыптастыруда, теориялық білім мен практикалық дағдыларды үйлестіруде және студенттердің жеке тұлғалық дамуына оң әсер етуінде маңызды құрал болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер

1 Галацкова И.А., Обласов В.В. Моделирование в процессе обучения как средство повышения творческой активности учащихся // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27464>.

2 Ожигина С.П. Формирование универсального учебного действия моделирования у младших школьников при преобразовании учебного материала // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2011. – № 3. – Т. 1. – С. 90-93.

3 Петрова Е.Б., Кочеткова Е.С. Значение метода моделирования при формировании естественнонаучной грамотности учащихся // Научно-методические основы формирования функциональной грамотности: теория и практика современной школы: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Коломна: ГСГУ, 2022. – С. 121-124.

ГРНТИ 15.31.31

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПЕДАГОГА-ПСИХОЛОГА: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДИНАМИКИ ЛИЧНОСТНОГО РАЗВИТИЯ ТРУДНЫХ ПОДРОСТКОВ

А.Ж. Айкадамова

Магистрант 2 курса КазНПУ им. Абая, Алматы

Р.Б. Абдрахманова

Научный руководитель, к.п.с.н., доцент КазНПУ им. Абая, Алматы

Исходя из положения отечественных и международных работ по возрастной психологии, подростковый период трактуется как 10–17 лет; при этом Всемирная организация здравоохранения относит к нему возрастной диапазон 10-19 лет. Указанное направление является актуальным и нуждается в непрерывном эмпирическом и теоретическом переосмыслении [1].

Ключевые слова: подросток, диагностика, мониторинг, саморегуляция, личность, развитие.

Период ранней и средней юности сопровождается ускоренной перестройкой когнитивной, эмоциональной и социальной сфер. Для части подростков эта перестройка проходит на фоне повышенных рисков: школьная дезадаптация, агрессивное и делинквентное поведение, тревожно-депрессивная симптоматика, трудности саморегуляции. В отечественной и международной практике таких учащихся часто описывают как «трудных подростков» – не как стигму, а как индикатор повышенной потребности в поддержке и мониторинге изменений [2].

Данный период можно считать сложным не только для самих детей, но и для педагогов и родителей. В условиях изменчивой и нестабильной психики ребёнка особенно важно оказывать поддержку и понимать его психологические особенности. С этой целью в образовательных организациях сопровождение и соответствующие мероприятия осуществляют педагоги-психологи.

Задача педагога-психолога – не только «диагностировать на срезе», но и надёжно измерять динамику личностного развития: отслеживать изменение навыков саморегуляции, эмоционального благополучия, социально-коммуникативных компетенций и учебной мотивации на протяжении недель и месяцев. Настоящая статья систематизирует научно обоснованный

инструментарий и протоколы измерения, акцентируя методы с подтверждённой валидностью и чувствительностью к изменениям. Следовательно, есть все основания полагать, что педагог – психолог в своей профессиональной деятельности занимается изучением динамики личностного роста подростков. Поэтому прежде всего остановимся на сути понятия «личностный рост».

По мнению Г. Оллпорта, личность – это динамическая организация внутри индивида тех психофизиологических систем, которые определяют его уникальное поведение и мышление. В культурно-деятельностной традиции, согласно А.Н. Леонтьеву и Л.И. Божович, личность формируется в системе деятельности и социального общения и выражает иерархию мотивов и смыслов субъекта. В социокультурной перспективе Л.С. Выготского, личность разворачивается в «социальной ситуации развития», где интериоризация культурных средств определяет её структуру. В современном интегративном подходе Д. МакАдамса и Дж. Пэлс, личность описывается как многоуровневая система: базовые черты, характерные адаптации (ценности, цели, мотивы) и нарративная идентичность, придающая биографии целостность. Согласно исследованиям П. Коста и Р. МакКрае, измеримые черты (модель «Большой пятёрки») составляют важный, но не исчерпывающий уровень описания личности [3; 4; 5].

С точки зрения А. Маслоу и К. Роджерса, личностный рост представляет собой поступательное движение к самоактуализации и подлинности, выражающееся в усилении автономии, ответственности и интеграции Я-концепции. В соответствии с исследованиями Э. Деси и Р. Райана в русле теории самоопределения, такое развитие поддерживается удовлетворением базовых психологических потребностей – автономии, компетентности и связанности, – что способствует внутренней мотивации и субъективному благополучию. В парадигме психологии жизненного пути, по Стеценко, личностный рост понимается как сочетание нормативных и индивидуально-специфических возрастных изменений, включающих как приобретения, так и утраты. Мета-аналитические данные Б. Робертса и соавт. указывают, что в подростковом и ранневзрослом периодах наблюдается среднеуровневый прирост сознательности и эмоциональной устойчивости – характерный паттерн «созревания личности» [6; 7].

Исходя из вышеизложенных сведений, отслеживание динамики личностного развития подростков представляет собой многокомпонентную задачу, требующую интегративного подхода. Поэтому ключевым шагом в работе педагога-психолога является формирование обоснованной базы диагностического инструментария. Ниже рассмотрим ряд современных методик, применяемых для решения данной задачи.

На сегодняшний день одной из современных и эффективных методик можно назвать протокол интегрированной диагностики и мониторинга, состоящий из четырёх шагов.

Интегрированный протокол начинается с этико-организационного этапа. До старта любых процедур педагог-психолог обеспечивает информированное

согласие подростка и его законных представителей, в понятной форме разъясняет цели, содержание и предполагаемые формы обратной связи. Отдельно проговариваются правила защиты персональных данных и минимизации стигматизации: в коммуникации используется поддерживающий, неярлычный язык, а результаты представляются как ориентиры развития, а не как «ярлыки» или «диагнозы».

На первой неделе проводится базовая оценка. Сначала выполняется краткий мульти-информантный скрининг: подросток, родитель и учитель заполняют SDQ; дополнительно применяется сокращённая версия PERMA для оценки компонентов благополучия, краткий вариант DERS для фиксации трудностей эмоциональной регуляции и шкала самооценки Розенберга. Параллельно реализуется когнитивный блок: пробы Stroop и Corsi (либо n-back) предъявляются с использованием параллельных форм, чтобы обеспечить сопоставимость результатов при повторных замерах. Для оценки учебного поведения и вовлечённости проводится прямое структурированное наблюдение в классе с опорой на методики DBR/BOSS в течение 2–3 уроков. По завершении первичной диагностики специалист вместе с подростком (и, при необходимости, с родителями и учителем) формулирует 2–3 конкретные, наблюдаемые цели, к каждой из которых разрабатывается шкала достижения целей (GAS) с чёткими якорями уровней от –2 до +2.

В течение 2–3-й недели выстраивается и запускается план вмешательства. В зависимости от профиля затруднений это может быть тренинг саморегуляции и/или эмоциональной регуляции, развитие социально-коммуникативных навыков, наставничество, заключение поведенческих договоров и др. Одновременно настраивается экологиялық моментальная оценка (EMA): в учебные дни подросток получает по 2–3 коротких «пинга» с вопросами о текущем самочувствии, стрессе и концентрации. Для оперативной обратной связи планируется регулярная короткая регистрация показателей по DBR (еженедельно), что позволяет отслеживать изменения в учебном поведении между основными контрольными точками.

Промежуточный мониторинг проводится каждые 3–4 недели. В эти точки включается повторная оценка по модулю SDQ-impact, короткая версия PERMA, а также опросник BRIEF-2 по форме «учитель» с периодичностью раз в 6–8 недель для отслеживания динамики исполнительных функций в повседневной школьной среде. Итоговая оценка проводится на горизонте 12–16 недель. Повторяется весь базовый пакет инструментов, чтобы обеспечить сопоставимость с исходными данными. Для ключевых шкал рассчитывается индекс надёжного изменения (RCI по Jacobson–Truax), позволяющий отличить статистически значимые индивидуальные улучшения от колебаний, ожидаемых из-за измерительной ошибки. Результаты интерпретируются одновременно в терминах клинической значимости (насколько изменения приблизили подростка к нормативному диапазону) и практической значимости (какие именно изменения наблюдаются в повседневной учебной и социальной активности). На заключительном совещании формируется план поддержания достигнутых

эффектов и «реле» к следующему периоду: определяются формы периодической поддержки, частота последующего мониторинга и точки, при достижении которых план может быть адаптирован или завершён.

В рамках протокола интегрированной диагностики корреляционный анализ проводится как на срезе, так и в динамике, с учётом структуры данных и шкал измерения. На базовой неделе рассчитываются межпеременные связи между показателями SDQ, BRIEF-2, PERMA, DERS, результатами когнитивных проб и наблюдений DBR/BOSS. Если переменные имеют метрический характер и распределения близки к нормальным, применяется коэффициент корреляции Пирсона; при нарушении нормальности, наличии выбросов или порядковом уровне измерения (например, уровни достижения целей по шкале GAS), используется ранговый коэффициент Спирмена [8].

Наряду с этим методом к числу современных, применяемых сегодня подходов относится компьютеризированное адаптивное тестирование (CAT).

Метод представляет собой краткий мультиметодный и мультиинформантный протокол диагностики агрессии и тревожности у подростков с последующим мониторингом динамики. В течение 2–3 недель проводится стандартизованный скрининг самоотчётами и отчётами значимых взрослых: SDQ (учитель/родитель/подросток) как общий индикатор трудностей и сильных сторон; для агрессии – RPQ (реактивная/проактивная) либо BPAQ-SF (вербальная/физическая агрессия, гнев, враждебность); для тревожности – SCARED или RCADS (желательно в версиях подростка и родителя). Параллельно организуется структурированное наблюдение в классе по DBR/BOSS на 2–3 уроках для фиксации офф-топик поведения, провокаций, эпизодов избегания. При наличии ресурсов настраиваются краткие ЕМА-опросы 2–3 раза в учебный день (стресс, злость/раздражение, избегание; 3–5 пунктов), чтобы уловить контекстно-зависимые колебания состояний.

Администрирование занимает 15–25 минут на опросники и 20–40 минут на наблюдение (с последующей 10–15-минутной кодировкой). Все процедуры выполняются после информированного согласия подростка и родителей при строгой конфиденциальности и использовании «поддерживающего» языка обратной связи. Обязателен риск-скрининг: при высоких показателях тревоги или агрессии оцениваются суицидальные/аутоагрессивные намерения и риск для окружающих; при наличии индикаторов запускается школьный маршрут эскалации (социальный педагог, клинический психолог/психиатр, связь с семьёй). Баллы подсчитываются по официальным ключам, при наличии применяются локальные возрастно-половые нормы (перцентили, T-баллы). Разночтения между источниками (подросток vs родитель vs учитель) фиксируются как диагностически значимые и обсуждаются на консилиуме: например, «скрытая» тревога может отражаться в самоотчёте при низких жалобах учителя.

Для аналитики формируется профиль по доменам (тип агрессии: реактивная/проактивная; каналы выражения: вербальная/физическая; домены тревожности: социальная, генерализованная, школьная, панические симптомы).

Связи между показателями оцениваются корреляциями Пирсона при метрическом распределении, либо ранговым коэффициентом Спирмена при ненормальности, выбросах или порядковом уровне (в том числе при сопоставлении уровней достижения целей по GAS). При повторных измерениях через 8–12 недель анализируется динамика: либо по дельтам («после – до»), либо по индивидуальным наклонам трендов; при использовании ЕМА применяются within-person оценки с центрированием относительно личного среднего или многоуровневые модели с робастными ошибками. Итогом становятся краткая аналитическая записка с интерпретацией клинической и практической значимости, а также 2–3 индивидуальные цели (GAS) по деэскалации, тренировке эмоциональной регуляции и социально-когнитивным стратегиям, которые далее служат базой для мониторинга и корректировки вмешательств [9].

Данные диагностические инструменты, предназначенные для измерения динамики личностного роста подростков, в настоящее время не получили широкого распространения в казахстанской системе образования. В связи с этим их применение в исследовательских работах и полное представление алгоритма проведения с использованием математических методов расчёта являются одним из механизмов, способствующих обоснованию научной новизны исследования. Несмотря на широкий охват и комплексный характер современных методов, они используются наряду с другими методами в психологии (И.В. Кулешева, П.В. Степанов, Д.В. Григорьев, В.Г. Максимов, Г.А. Ускова и др.) [10].

В заключение отметим, что в условиях информатизации и стремительной акселерации выявление динамики личностного роста подростков с помощью современных диагностических инструментов способствует формированию содержания работы, соответствующего требованиям времени, и его эффективному применению.

Литература

- 1 Кураев Г. А., Пожарская Е. Н. Возрастная психология // Курс лекций. Ростов-на-Дону. – 2002.
- 2 Абрамова Г.С. Возрастная психология. – Общество с ограниченной ответственностью Издательство ЮРАЙТ, 2012. – С. 811-811.
- 3 Кэттелл Р.Б., Айзенк Г.Ю., Олпорт Г.В. Психология индивидуальности. Факторные теории личности. – 2007.
- 4 Божович Л.И. О культурно-исторической концепции ЛС Выготского и ее значении для современных исследований психологии личности // Вопросы психологии. – 1988. – №. 5. – С. 108-116.
- 5 Макарова Л.Н., Рожкова С.В. Диагностический инструментарий оценки развития креативного мышления студента // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2019. – Т. 24. – №. 179. – С. 7-19.
- 6 Михайлюк Л.М., Михайлюк Л. Розвиток особистості в гуманістичній психології А. Маслоу та К. Роджерса. – 2007.
- 7 Стеценко А. и др. Возрастная и педагогическая психология. – 2001.

8 Кулешевская Е.С. Психолого-педагогическое сопровождение подростков с суицидальными настроениями // Молодость. Интеллект. Инициатива. – 2013. – С. 314-315.

9 Богданова Е.А. Использование тематический апперцептивный тест для выявления психологических защит // Проблемы современного педагогического образования. – 2016. – №. 51-4. – С. 388-398.

10 Кулешова И.В., Степанов П.В., Григорьев Д.В. Методика диагностики личностного роста. <https://nsportal.ru/shkola/klassnoe-rukovodstvo/library/2015/11/03/metodikadiagnostiki-lichnostnogo-rosta-avtory-iv>. – 2015.

11 Веретенникова Л.К., Валишина Л.Н., Ускова Г.А. Психолого-педагогические основы экспериментальной работы в образовательном учреждении. – 2004.

ҒТАМР 14.07.09

ЖАЛПЫ ОРТА МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫНА ГЕОМЕТРИЯ ПӘНІНДЕ КӨПБҰРЫШТАРДЫҢ АУДАНЫН ЕСЕПТЕУДІ ҮЙРЕТУ ӘДІСТЕРІ

К.Ж. Назарова

*Ғылыми жетекші, ф-м.ғ.к., қауымдастырылған профессор,
Қожа Ахмет Ясауи атындағы ХҚТУ, Түркістан қ.*

М.С. Парпиева

Магистрант, Қожа Ахмет Ясауи атындағы ХҚТУ, Түркістан қ.

Бұл мақалада 8-сыныптағы «Көпбұрыштардың аудандары» тақырыбын оқытуда заманауи әдістерді, соның ішінде Пик формуласын қолданудың тиімділігі қарастырылады. Зерттеу барысында дәстүрлі және инновациялық тәсілдер салыстырылып, Пик теоремасының оқушылардың логикалық ойлауын, кеңістіктік түсінігін және есеп шығару жылдамдығын арттырудағы рөлі анықталды. Сонымен қатар аудан табу бойынша есептерді графикалық түрде орындау дәлдігі жоғарылағаны байқалды. Мақалада теориялық негіздер, әдістеме және тәжірибелік мысалдар берілген.

Түйін сөздер: Пик формуласы, көпбұрыш ауданы, координаталық әдіс, инновациялық технологиялар.

Жалпы орта мектеп оқушыларына геометрияны оқыту ерекше қиындықтар туғызады, өйткені ол абстрактілі ұғымдарды беруді ғана емес, сонымен қатар кеңістіктік пайымдауды, есептерді шешу дағдыларын және сыни ойлауды дамытуды талап етеді. Геометрияны тиімді оқыту оқушыларды қызықтырып, геометриялық принциптерді терең түсінуге және оларды нақты әлемде қолдануға дайындауға тиіс. Бұл жауап көпбұрыштардың ауданын есептеуге ерекше назар аударатырып, оқу үлгерімі мен оқушылардың белсенділігін жақсартуға көмектесетін әртүрлі оқыту әдістерін зерттейді. Пікірталас дәстүрлі және технологиямен жетілдірілген тәсілдерді жан-жақты шолуды қамтамасыз ету үшін бірнеше ғылыми мақалалардан алынған түсініктерге сүйенеді [1].

Көпбұрыштардың ауданын есептеуді қамтитын есептерді шешу әрекеттері сыни ойлау мен кеңістіктік пайымдауды дамытуға арналған. Мысалы, оқушыларға әртүрлі көп қырлылардың бетінің ауданы мен көлемінің формулаларын шығаруды немесе әртүрлі көп қырлылардың қасиеттерін салыстыруды ұсынуға болады. Бұл іс-әрекеттер жеке немесе топтық түрде

жүргізілуі мүмкін және дәстүрлі де, технология да жетілдірілген оқыту құралдарымен де қолдауға болады [2].

8-сынып геометрия пәнінің бір тақырыбы – «Көпбұрыштардың аудандары» тақырыбы. Біз тіктөртбұрыштың, параллелограмның, ромбтың, трапецияның аудандарын табу формулаларын, фигураның ауданын бөліктерге бөлу немесе тіктөртбұрышқа қосу арқылы табу әдістерін зерттейміз.

Соңғы жылдары білім беру жүйесінде пәндерді оқытудың әдістемесіне ерекше назар аударылып келеді. Әсіресе, математика пәнінде, соның ішінде геометрияны меңгерту барысында оқушылардың қызығушылығы мен ойлау деңгейін арттыруға бағытталған әдістерді таңдау өзекті мәселеге айналды. Геометрия – оқушының кеңістіктік елестетуін, логикалық құрылымдарды тануын және дәлелдеу мәдениетін қалыптастыратын маңызды пән. Бұл пәннің мазмұны теориялық болғанымен, оны практикалық әрекеттермен, визуалды құралдармен және технологиялық мүмкіндіктермен ұштастыру арқылы оқушыларға оңай әрі түсінікті етіп жеткізуге болады.

Бұл жобада көпбұрыштардың аудандарын есептеуді оқытуда дәстүрлі әдістер мен Пик формуласын қолдануға ерекше назар аударылды. Дәстүрлі әдістер оқушылардың геометриялық фигуралар туралы бастапқы білімін қалыптастыруда, формулаларды меңгеріп, практикалық есептерді шешуде тиімді құрал болып қала береді. Ал Пик формуласы – координаталық жазықтықта тор көздер арқылы берілген көпбұрыштардың ауданын есептеудің ерекше әрі көрнекі тәсілі. Бұл әдіс оқушылардың көрнекі пайымдауын, кеңістікті елестету қабілетін арттырып, тақырыпты визуалды түрде қабылдауына мүмкіндік береді [3].

Пик формуласын пайдалану дәстүрлі әдістерді толықтыра отырып, оқушының теориялық білімін практикалық тұрғыдан қолдану дағдысын дамытады. Аталған тәсіл арқылы оқушылар тек есептің шешімін табуға ғана емес, сонымен қатар геометриялық объектілердің құрылымын тереңірек ұғынуға машықтанады. Бұл тәсіл оқу үдерісінде танымдық қызығушылықты арттырып, пәнге деген оң көзқарас қалыптастыруда маңызды рөл атқарады.

Осы зерттеу жұмысы аясында дәстүрлі оқыту әдістері мен Пик формуласының үйлесімді қолданылуы арқылы оқушылардың «Көпбұрыштардың аудандары» тақырыбын меңгеру деңгейін арттыру жолдары қарастырылады. Мақсат – оқушылардың геометриялық түсініктерін тереңдетіп, нақты есептерді шешудегі икемділіктерін дамытуға септігін тигізетін әдістемелік тәсілдерді ұсыну.

Қазіргі таңда білім беру жүйесі жаңа әдіс-тәсілдер мен технологияларды тиімді пайдалана отырып, оқушылардың функционалдық сауаттылығын арттыруға бағытталған. Математика пәнінде, әсіресе геометрияда, бұл талап – оқушының логикалық ойлауын, кеңістіктік түсінуін және нақты есептерді шешу арқылы өмірмен байланыс орнату қабілетін дамытуға негізделеді. Геометрия – абстракцияға құрылған ғылым болғанымен, оны көрнекілікпен ұштастыру арқылы оқушыларға ұғынықты әрі қызықты етіп жеткізуге болады.

Осындай мүмкіндіктердің бірі – Пик формуласы арқылы оқыту. Бұл әдіс, әсіресе 8-сынып оқушылары үшін, тор көзді координаталық жазықтықта көпбұрыштардың ауданын есептеу барысында көрнекі, практикалық және зерттеушілік тұрғыдан ерекше тиімді. Георг Пиктің формуласы математикалық тұрғыдан қарапайым болғанымен, оны қолдану кезінде оқушылар бірнеше дағдыны қатар дамытады: көру арқылы қабылдау, жүйелі санау, логикалық байланыс орнату және есептің шешімін интерпретациялау [4].

Осы зерттеу жұмысы аясында Пик формуласын қолдану арқылы көпбұрыштардың ауданын табуды үйретудің тиімді жолдары қарастырылып, оны дәстүрлі әдістермен салыстыра отырып оқушылардың меңгеру деңгейіне әсері зерттеледі. Пик әдісін оқыту – жаңа буынға арналған заманауи, көрнекі, тиімді және ғылыми тұрғыдан негізделген тәсіл, сондықтан оны мектеп бағдарламасына кезең-кезеңмен енгізу – уақыт талабы.

Зерттеу әдіснамасы.

Геометрия пәні бойынша «Көпбұрыштардың аудандары» тақырыбын оқыту барысында Пик әдісін тәжірибеде қолдану әдіснамасы.

Оқыту мақсаты оқушыларға жазық фигуралар мен көпбұрыштардың ауданын есептеу әдістерін меңгерту, есептер шығару арқылы білімдерін тереңдету және практикалық қолдануға үйрету.

Міндеттері әр түрлі көпбұрыштардың аудан формулаларын меңгерту және геометриялық фигураларды бірнеше әдіс арқылы аудан табу дағдысын қалыптастыру, оқушылардың бұл тақырыпты меңгеру деңгейін анықтау үшін сауалнама, бақылау және тест тапсырмаларын жүргізу.

Бірыңғай мемлекеттік емтиханға дайындалу кезінде барлық мектеп оқушыларының алдында графикалық қағазда бейнеленген фигуралардың аудандарын есептеуге байланысты міндеттер қойылады. Аудандарды есептеудің көптеген жолдары бар, бірақ көпбұрыштың төбелері ұяшықтың «түйіндерінде» орналасқан болса, оның ауданын есептеуге мүмкіндік беретін әмбебап формуланы аз адамдар біледі [5].

1. Геометрияның көпбұрыштарды табуға арналған формулалары және оларды қолдану.

Негізгі формулалар:

Тіктөртбұрыш $S = a \times b$

Квадрат $S = a^2$

Параллелограмм $S = ah$

Трапеция $S = \frac{(a+b)}{2} h$

Үшбұрыш $S = \frac{1}{2} ah$

Теңқабырғалы үшбұрыш $S = \frac{a^2\sqrt{3}}{4}$

$$\text{Ромб } S = \frac{1}{2} d_1 d_2$$

$$\text{Герон формуласы: } S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} \text{ мұндағы } p = \frac{a+b+c}{2}$$

2. Оқыту әдістері геометриялық фигуралар арқылы формулалардың шығу логикасын түсіндіру.

3. Бөлу әдісі.

Мазмұны:

Бөлу әдісі күрделі көпбұрышты бірнеше қарапайым фигураларға (үшбұрыштар, төртбұрыштар) бөліп, олардың аудандарын жеке есептеп, кейін қосу арқылы жалпы ауданын табуға негізделген.

Қолдану жолы:

- күрделі фигураны бірнеше қарапайым бөліктерге бөлу.
- әр бөліктің ауданын есептеу.
- барлық бөліктердің ауданын қосу.

Мысал:

Көпбұрышты үшбұрыштарға бөлу арқылы ауданын табу:

- алгоритмдік қадамдармен бағыт беру;

Қағаз бетінде практикалық жұмыс орындату (фигураны қиып бөлу).

Оқытуда қолдану:

“Фигураны бөліп көр” атты практикалық тапсырма;

Кестелік әдіс арқылы бөлінген бөліктер мен олардың аудандарын салыстыру.

3. Қосымша құрылыс әдісі.

Мазмұны:

Бұл әдіс арқылы фигураға қосымша сызықтар (биіктік, диагональ, сыртқы фигуралар) жүргізу арқылы аудан есептеуді жеңілдету жүзеге асады.

Мысал:

– қисық фигураны тікбұрышқа дейін толықтырып, артық бөлікті алып тастау.

- үшбұрышқа сырттай тіктөртбұрыш салып, айырмасын есептеу.

Тәжірибелік тапсырма:

Оқушыларға дайын сызба беріп, қандай қосымша құрылыс жүргізсе, есеп жеңіл болатынын ойландыру.

Артықшылығы:

- күрделі немесе дұрыс емес пішіндердің ауданын табу жеңілдейді;
- кеңістіктік ойлауды дамытады.

4. Пик формуласы.

Теориясы:

Пик формуласы – координаталық жазықтықта орналасқан тор көзіндегі көпбұрыштың ауданын табуға арналған формула:

$$S = B + \frac{G}{2} - 1$$

Мұндағы:

S – аудан;

G – ішкі тор нүктелерінің саны;

B – шекара бойындағы тор нүктелерінің саны.

Қолдану шарттары:

- көпбұрыш міндетті түрде тор көздерінде орналасуы керек;
- барлық төбелері бүтін координаттарда болуы шарт.

Оқыту әдістемесі:

Геогебра немесе интерактивті тақта арқылы тор көздерде фигура салғызу; “Ішкі және шекаралық нүктелерді сана” тапсырмасын орындау;

Пик формуласын қолдану арқылы нақты ауданын табу.

Қызықты элементтер:

“Кім жылдам?” ойыны – дұрыс салынған фигураның ауданын кім тез табады;

Шығармашылық тапсырма – оқушылар өздері көпбұрыш салып, Пик формуласымен ауданын есептейді.

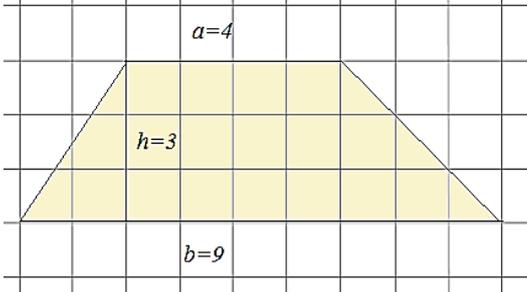
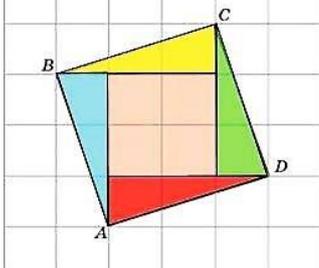
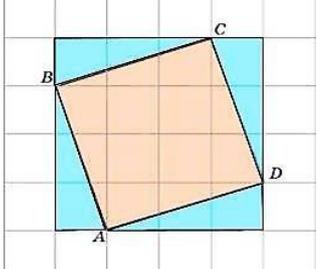
Тік бұрышты координаталар жүйесін қарастырайық. Бұл жүйеде бүтін координаталары бар көпбұрыш берілсін. Оның ауданын анықтау қажет. Аудандарды есептеудің негізгі әдістері. Математикалық әдебиеттерді талдау торлы қағаздағы фигураның ауданын есептеу әдісін таңдау фигураның пішініне байланысты деген қорытынды жасауға мүмкіндік берді.

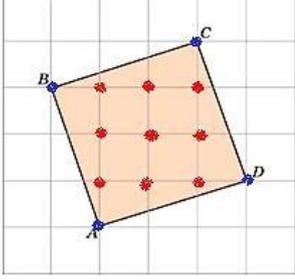
Егер пішін үшбұрыш, тіктөртбұрыш, параллелограмм немесе трапеция болса, аудандарды есептеу үшін белгілі формулаларды пайдалану ыңғайлы. Егер фигура дөңес көпбұрыш болса, онда бөлу әдісін де, қосу әдісін де қолдануға болады (көп жағдайда қосу әдісі ыңғайлы).

Егер фигура дөңес емес немесе жұлдыз тәрізді көпбұрыш болса, оны ашқан ғалымның атымен аталатын арнайы формуланы – Пик формуласын қолданған ыңғайлы. Бұл формуланы австриялық математик Георг Пик жариялаған соң (1899 жылы) біраз уақыт назардан тыс қалды, бірақ 1949 жылы поляк математигі Гюго Штайнгаус өзінің атақты Математикалық калейдоскопына теореманы енгізді. Осы уақыттан бастап Пик теоремасы кеңінен танымал болды. Германияда Пик формуласы мектеп оқулықтарына енгізілген. Алайда, біздің елде бұл формула мектеп бағдарламасының шеңберінен шығып, әмбебап және қарапайымдылығымен ерекшеленсе де, аз белгілі.

Тор қағазда бейнеленген фигуралардың аудандарын есептеу әдістерінің классификациясы кестеде берілген [6].

Кесте 1.

Фигура	Әдіс	Алгоритм	Мысал
Үшбұрыш, параллелограмм, трапеция	Геометрияның әйгілі формулалары	1) ұяшықтарды санау арқылы ауданды есептеу үшін қажетті биіктіктерді, диагональдарды немесе жақтарын табу керек; 2) табылған мәндерді аудан формуласына ауыстырыңыз	 <p>Ұяшықтарды санаймыз және формула арқылы ауданын табамыз: $a = 4, b = 9, h = 3.$ $S = \frac{a + b}{2} \cdot h = \frac{4 + 9}{2} \cdot h = 19,5 \text{ см}^2$</p>
Көпбұрыштар	Бөлу әдісі	1) көпбұрышты үшбұрыштар мен төртбұрыштарға бөлу; 2) алынған фигуралардың аудандарын есептеу; 3) алынған фигуралардың барлық аудандарының қосындысын табу	 <p>Бір үшбұрыштың ауданы: $S_{\Delta} = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 1 = 1,5 \text{ см}^2$ шаршының ауданы: $S_{\blacksquare} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ см}^2$ Барлық фигуралардың аудандарын қоссақ: $S = 4 \cdot 1,5 + 4 = 10 \text{ см}^2$</p>
	Қосымша құрылыс әдісі	1) фигураны тіктөртбұрышқа толтыру; 2) алынған қосымша фигуралардың аудандарын және тіктөртбұрыштың ауданын табу; 3) тіктөртбұрыштың ауданынан барлық «артық» фигуралардың аудандарын шегеру.	 <p>Тіктөртбұрыштың ауданы $S_{\text{ТТ}} = 4 \cdot 4 = 16 \text{ см}^2$ «қосымша» үшбұрыштардың аудандары $S_{\Delta} = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 1 = 1,5 \text{ см}^2$ қалаған фигураның ауданы $S = 16 - 4 \cdot 1,5 = 10 \text{ см}^2$</p>

	<p>Пик формуласы</p>	<p>1) көпбұрыштың ішіндегі бүтін нүктелердің санын санаймыз, оларды «В» деп белгілейік. 2) көпбұрыштың шекарасындағы бүтін нүктелердің санын санаймыз, оларды «G» деп белгілейміз. 3) Пик формуласын қолданыңыз:</p> $S = B + \frac{G}{2} - 1$	<div style="text-align: center;">  </div> <p>1) Ішкі түйіндер саны $B=9$, сыртқы түйіндер саны $G=4$, сонда Пик формуласы бойынша бізде:</p> $S = 9 + \frac{4}{2} - 1 = 10 \text{ см}^2$
--	----------------------	--	--

Пик формуласы арқылы аудандарды есептеу мысалдары. Ұяшықтарда орналасқан көпбұрыштардың аудандарын есептеудің әртүрлі тәсілдері бар. Әдісті таңдау, жоғарыда айтылғандай, фигураның пішініне байланысты.

Пик формуласын қолдану арқылы оқушылардың көпбұрыштардың ауданын табуына байланысты эксперименттік жұмыстар ұйымдастырылды. Эксперименттік жұмыс Түркістан облысы, Кентау қаласы, Қарнақ ауылы, М.Қашғари атындағы мектеп-лицейінің 8-сынып оқушылары арасында жүргізілді. Зерттеу барысында екі сыныптан 38 оқушы таңдалып алынды. Зерттеу екі кезкнен құралды, зерттеуден алдын және зерттеуден кейін.

Зерттеудің бірінші кезкінде оқушылар дәстүрлі оқыту әдістерін пайдаланып есептер шығарды. Зерттеудің екінші кезеңінде Пик формуласын пайдаланып геометриялық есептерді шешті.

Тәжірибе 4 апта бойы жүргізілді. Оқушыларға арнайы қағазда есептер берілді. Тәжірибе нәтижесінде Пик формуласын қолдану арқылы оқушылардың есеп шығарудағы қателіктері азайып, жылдамдығы артқаны байқалды. Бұл олардың формулаларды тез меңгеріп, есептеулерді автоматтандыру мүмкіндігіне ие болғанын және Пик формуласын қолдану арқылы есепті оңай шығаратынын көрсетеді. Негізгі көрсеткіштерді талдай келе оқушылардың геометрияға деген қызығушылығы артты.

8-сыныптың Геометрия оқулықтарына талдау.

Кесте 4. 8-сыныптар «Геометрия» пәнінің базалық білім мазмұны.

Сынып	Тараулардың атауы			
	1	2	3	4
8-сынып	Көпбұрыштар. Төртбұрыштарды зерттеу	Тікбұрышты үшбұрыштардың қабырғалары мен бұрыштары арасындағы қатынастар	Аудан	Жазықтықтағы тікбұрышты координаталар жүйесі

Аталған бөлімдер күтілетін нәтижелер сыныптар бойынша оқыту мақсаттарынан құралған бөлімшелерден тұрады. Оқу бағдарламасы 8-сыныптарға арналған «Геометрия» оқу пәнінен жаңартылған мазмұндағы үлгілік оқу бағдарламасының ұзақ мерзімді жоспарына сәйкес жүзеге асырылады.

Кесте 5. Өткізілген эксперименттің нәтижесі.

Тапсырма	Эксперименттің бірінші бөлігі Пик формуласын үйренуге дейін		Эксперименттің екінші бөлігі Пик формуласын үйренгеннен кейін	
	Дұрыс орындағандар		Дұрыс орындағандар	
1	30	79	31	82
2	25	66	30	79
3	24	63	32	85
4	19	50	34	89
5	32	85	34	89
6	35	90	36	97
7	32	85	35	90
8	19	50	30	79
Орташа көрсеткіш	216:38= 5,7		262:38 = 7	

Эксперименттің талдауы соңында оқушылардың нәтижесі 21 % ға өскенін көрсетті.

Жұмыс Бірыңғай мемлекеттік емтихан жинақтарынан географиялық есептер мен геометриялық есептерді шешудегі Pick әдісінің тиімділігін дәлелдейді және көрсетеді. Жұмыс барысында алынған зерттеу нәтижелері «Пик» әдісін оқу 8-сыныптағы математикадан қорытынды емтиханға дайындалуға, сондай-ақ «Аудан» тақырыбы бойынша есептерді шығаруда қиналатын оқушыларға көмектесетінін растайды.

Қорытынды.

Қойылған міндеттерді шешу үшін мен «аудан» ұғымының пайда болуы, австриялық математик Георг Александр Пиктің өмірі мен оның клеткалы қағазда бейнеленген фигуралардың аудандарын есептеу әдісін шешудегі әдістері туралы әдеби және электронды деректерден материал зерттедім.

Зерттеуде эмпирикалық (бақылау, түрлі ақпарат көздерін зерттеу, алынған мәліметтерді талдау) және теориялық (талдау, синтез, моделдеу, аналогия, абстракция) зерттеу әдістері қолданылды. Менің ойымша, зерттеу тақырыбы қызықты, пайдалы және өзекті. Аудан өлшеу тапсырмалары өте алуан түрлі. Олардың көпшілігі үшін жалпы шешім ережелері мен нақты әдістер жоқ. Мұндай тапсырмалардың мәні оларды шешуде тек нақты оқу дағдыларын дамыту емес, сонымен қатар ойлау қабілетін, ой жүгірту мен талдау дағдыларын дамытатынына байланысты. Яғни, бұл тапсырмалар кең мағынада ойлау дағдыларын дамытады.

Пайдаланылған әдебиеттер

- 1 Akhmetova, A.Zh. (2020). Geometriyani oqytu әdistemesi [Methods of teaching geometry]. Almaty: Qazaq universiteti baspasy.
- 2 Pick, G. (1899). Geometrisches zur Zahlenlehre. Sitzungsberichte des Deutschen naturwissenschaftlich-medicinischen Vereines für Böhmen “Lotos” in Prag, 19, 311–319.
- 3 Yashchenko, I.V. (n.d.). Matematika. Tipovye ekzamenatsionnye varianty EGE bazovogo urovnya [Mathematics. Standardized exam samples for the basic level].
- 4 Georg Aleksandr Pick. (n.d.). Retrieved April 25, 2025, <https://multiurok.ru/blog/georgh-aliexsandr-pik.html>
- 5 Georg Aleksandr Pick. (n.d.). Retrieved April 25, 2025, https://wikidea.ru/wiki/Georg_Alexander_Pick.
- 6 Wikipedia contributors. (n.d.). Pick, Georg. Wikipedia. Retrieved April 25, 2025, https://ru.wikipedia.org/wiki/Пик,_Георг.

ҒТАМР 14.25.05

ЖОҒАРЫ СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ ӘЛЕУМЕТТІК- ҚҰҚЫҚТЫҚ ЖАУАПКЕРШІЛІГІНІҢ ТӨМЕНДЕУ СЕБЕПТЕРІ

А.Е. Ботабаева

П.ғ.к., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ.

С. Қажатбек

Магистрант, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ.

Бұл мақалада жоғары сынып оқушыларының әлеуметтік-құқықтық жауапкершілігінің төмендеу себептері мен оның салдары қарастырылады. Мектеп, отбасы және әлеуметтік ортаның тәрбиелік ықпалының әлсіздігі оқушылардың тәртіп бұзушылыққа, буллингке және азаматтық белсенділіктің төмендеуіне, түрлі теріс салдарларға алып келеді. Сонымен қатар, құқықтық сауаттылықтың жеткіліксіздігі мен құндылық бағдардың бұзылуы жасөспірімдердің тұлғалық дамуына кері әсер ететіні айтылады. Мақалада осы мәселені шешудің тиімді жолдары мен құқықтық мәдениетті қалыптастырудың педагогикалық тетіктері ұсынылады.

Түйін сөздер: жоғары сынып оқушылары, әлеуметтік-құқықтық жауапкершілік, төмендету себептері, мектеп, отбасы, әлеуметтік орта.

Қазіргі таңда қоғам алдында тұрған өзекті мәселелердің бірі – жоғары сынып оқушыларының әлеуметтік-құқықтық жауапкершілігінің төмендеуі. Бұл құбылыс жасөспірімдердің мінез-құлқында, оқу үлгерімінде және қоғаммен өзара қарым-қатынасында айқын көрініс табуда. Жас ұрпақтың құқықтық мәдениетінің қалыптасуы – мемлекет пен қоғамның тұрақты дамуының маңызды көрсеткіші. Алайда соңғы жылдары оқушылар арасында тәртіп бұзушылық, буллинг, азаматтық белсенділіктің төмендеуі және құқықтық нормаларды сақтамау жағдайлары жиілеп отыр.

Қазақстан Республикасының «Білім туралы» Заңының 44-бабында әрбір оқушының құқықтары мен міндеттері айқындалған, сонымен қатар білім алушының мектеп ережелерін сақтап, қоғам алдындағы жауапкершілігін түсінуі қажеттігі атап көрсетілген [1, 72 б.]. Осы заң талаптарына сүйене отырып, оқушылардың құқықтық мәдениетін қалыптастыру тек білім беру мазмұнымен шектелмей, тұлғалық жауапкершілікті тәрбиелеумен тікелей байланысты екенін байқаймыз. Дегенмен, бұл талаптардың орындалуы іс жүзінде толық жүзеге

аспай отыр. Жасөспірімдердің әлеуметтік-құқықтық санасының төмендігі көбіне отбасындағы тәрбиенің әлсіздігімен, мектептегі тәрбие жұмыстарының жүйесіздігімен және әлеуметтік ортаның теріс ықпалымен байланысты.

Мектептегі жасөспірімдер арасындағы әлеуметтік-құқықтық жауапкершіліктің дамымай, төмендеу салдарынан тәртіп бұзушылықтар мен мектеп ережелерін сақтамау, яғни құқықтық жауапкершілік деңгейі төмен оқушылар сабаққа кешігу, сабақтан рұқсатсыз кетіп қалу, мұғалімге немесе қатарластарына дөрекі сөйлеу сияқты тәртіп бұзушылықтарға жиі барады. Сондай-ақ, оқуға мотивациясының төмендеуі, яғни өз іс-әрекетіне жауапкершілікпен қарамау оқушылардың үлгеріміне де әсер етеді. Мұндай балалар көбіне «міндетімді орындауым керек» деген сезімді сезінбейді.

Сонымен қатар, буллинг және агрессияның көбеюі. Әлеуметтік жауапкершіліктің төмендігі өзгенің құқығын сыйламауға әкеледі. Бұл – буллинг, кибербуллинг, қорқыту сияқты әрекеттердің негізгі себебі. Мектептерде буллинг фактілері жиілеп, оқушылардың психологиялық жағдайына кері әсер етіп отыр. Мұндай үрдістер құқықтық мәдениеттің нашар дамуына, әлеуметтік нормалардың ұғынбауына және құқықтық жауапкершілікке жатпайтын әрекеттерге бейімділікке алып келеді.

Қазақстан Республикасының «Білім туралы» Заңы (2007) мектеп оқушыларының құқықтары мен міндеттерін, тәртіп және тәрбие мәселелерін нақты реттейді. Заңның 44-бабында оқушылардың мектеп ережелері мен тәртіп нормаларын ұстану міндеті бекітілген. Сонымен қатар, «Баланың құқықтары туралы» Заңы (2002) мен «Құқық бұзушылықтардың алдын алу туралы» заңдар жасөспірімдер арасындағы құқықтық жауапкершілікті арттыруды көздейді. Негізгі нормативтік-құқықтық актілерде буллинг (соның ішінде кибербуллинг) ұғымы заңнамалық түрде анықталып, осы әрекеттерге қатысты жауапкершілік шаралары қарастырылған [1, 72 б.].

Осы жерде әлеуметтік-құқықтық жауапкершіліктің дамымауынан буллинктің жиілеуіне байланысты, Қазақстанда буллинктің жиілігіне қатысты нақты статистикалық деректер бар. Мысалы, 2024 жылы Денсаулық сақтау министрлігінің Қоғамдық денсаулық сақтау ұлттық орталығының HBSC (Мектеп жасындағы балалардың денсаулық тәртібі) халықаралық зерттеуіне сәйкес, әрбір сегізінші мектеп оқушысы кибербуллингке ұшырайды. Бұл зерттеу 11-15 жас аралығындағы оқушылар арасында жүргізілген және мектептегі қорқыту, психологиялық қысым сияқты құбылыстардың кең тарағанын көрсетті [2, 3 б.]. Бұл деректерге сүйенсек, қазіргі ақпараттық қоғамда балалардың қауіпсіздігі тек физикалық деңгейде ғана емес, цифрлық кеңістікте де қорғалуы тиіс. Демек, құқықтық тәрбиенің жаңа түрлері – медиасауат пен интернет жауапкершілігі бағытында жүргізілуі қажет.

Осыған қоса, «Профилактика буллинга в Казахстане: SWOT-анализ условий возникновения и развития проблемы в общеобразовательных организациях» мақаласында А. Алимбекова, М. Асылбекова, Г. Утемисова, Д.Нургалиева мектеп ішіндегі буллинктің кең таралу себептерін, сондай-ақ мектеп оқушылары мен мұғалімдер арасындағы қарым-қатынас, ата-ана

араласуы, психологтар мен әлеуметтік педагогтардың болмауы сияқты әлсіз жақтарды талдап, мектеп деңгейінде құқықтық және тәрбие жұмыстарының жүйелілігі мен сапасын жоғарылатудың жолдарын ұсынады [3, 47 б.]. Бұл зерттеу біздің ойымызды қуаттайды, себебі құқықтық және психологиялық профилактиканы біріктірмей, мектепте тұрақты әлеуметтік тәртіпті қамтамасыз ету мүмкін емес екенін дәлелдейді.

Нормативтік жағынан, 2025 жылдың басынан бастап Қазақстанда «DosholIKE» атты мектептердегі буллингті болдырмау ұлттық бағдарламасы іске қосылды. Бұл бағдарлама мектептерде қауіпсіз атмосфера жасау, оқушылар арасындағы құрмет пен қарым-қатынасты жақсарту, буллингке қарсы командалар құру және бақылау-реакция модельдерін енгізуді көздейді [4, 343 б.].

Сонымен қатар, Қазақстан Республикасының Әкімшілік құқық бұзушылық туралы кодексіне буллинг және кибербуллинг мәселелері туралы бап енгізілген. Бұл жасөспірімдер арасындағы буллинг жағдайларын заңдық тұрғыдан қарастыруға мүмкіндік береді [5, 127-2 бабы.]. Осы бастама – құқықтық жауапкершілік пен адамгершілік құндылықтарды қатар дамытуға бағытталған маңызды қадам. Бағдарлама тәжірибесі құқықтық мәдениетті арттырудың тиімді үлгісі бола алады.

Осы зерттеулерге сүйене отырып, буллингтің таралуы әлеуметтік-құқықтық жауапкершіліктің төмендеуінің салдары ретінде психоэмоционалды салдарға, оқушылар арасындағы сенімсіздікке, мектептегі оқу процесіне кері әсерге алып келетіндігін түсінуге болады. Академиялық зерттеулер көрсеткендей, буллинг жағдайларымен кездесу немесе куә болу оқушылардың психологиялық әл-ауқатын нашарлатады, олардың өзін-өзі бағалары төмендейді, мектепке баруы қаушанды күйге түседі (әлеуметтік оқшаулану, сенімсіздік).

Жоғары сынып оқушыларының әлеуметтік-құқықтық жауапкершілігінің төмендеуі себептерінің тағы бірі – әлеуметтік ортаның ықпалы. Әлеуметтік орта жасөспірімнің құқықтық санасы мен мінез-құлқының қалыптасуында шешуші рөл атқарады. Егер қоғамда құқықтық нормалар мен моральдық қағидалар әлсіресе, жасөспірімдердің девиантты мінез-құлыққа және құқық бұзушылықтарға бейімділігі артады. Бұл үрдіс ұсақ құқық бұзушылықтармен, яғни ұрлық, вандализм, қоғамдық орындардағы тәртіпсіздік сияқты әрекеттердің жиілеуімен байқалады. Мұндай тенденция, ең алдымен, әлеуметтік бақылау мен құқықтық тәрбиенің жеткіліксіздігіне байланысты қалыптасады.

Асылыбекова М. және әріптестері жүргізген *“Bullying among Kazakhstan School Learners and Overcoming Strategies”* атты зерттеу нәтижелері бойынша, зерттеуге қатысқан 224 оқушының 42,8%-ы буллинг немесе кибербуллингке ұшыраған, ал 26,3%-ы бұл әрекеттерді мектепте өз басынан өткергенін көрсеткен [6, 14 р.]. Бұл дерек мектеп ортасында құқықтық жауапкершіліктің әлсіздігін және әлеуметтік агрессияның кең тарағанын дәлелдейді. Зерттеу авторлары атап өткендей, буллинг пен кибербуллинг көбінесе құқықтық мәдениеттің төмендігінен және жазасыздық сезімінен туындайды.

Осыған ұқсас қорытындыны Күмісбеков С.К., Сабитов С.М., Акимжанова М.Т. *“Cyberbullying Prevention Problems at the Present Stage”* атты еңбегінде

келтіреді. Авторлар Қазақстан заңнамасында кибербуллингті құқықтық тұрғыдан нақты реттеу тетіктері жеткіліксіз екенін айтады [7, 85 б.]. Бұл жағдай жасөспірімдер арасында «жазасыздық» психологиясының қалыптасуына ықпал етіп, әлеуметтік-құқықтық жауапкершіліктің әлсіреуіне әкеледі. Мақалада кибербуллинктің өсуі мен құқық бұзушылықтың артуы арасындағы байланыс ғылыми тұрғыда талданған.

Құқықтық мәдениет пен әлеуметтік жауапкершіліктің төмендеуі жасөспірімдердің девиантты мінез-құлық түрлеріне – маскүнемдік, темекі шегу, интернетке тәуелділікке – бейім болуына жол ашады. Күмісбеков С., Сабитов С. және Акимжанова М. өз зерттеуінде интернеттегі агрессия мен кибербуллинг арасындағы корреляцияны айқындап, құқықтық реттеудің әлсіздігі жастардың саналы әрекет жасауына кедергі келтіретінін атап өтеді. Бұл мәселе құқықтық саясаттың жеткіліксіздігімен қатар, әлеуметтік институттардың бақылау функцияларының да әлсіреуін көрсетеді.

Сонымен қатар, құқықтық сауат пен әлеуметтік белсенділіктің төмендеуі жастардың азаматтық ұстанымына тікелей әсер етеді. Жорокпаева М., Жубакова С., Кендирбекова Ж., Оразгулова А. және Шавалиева З. *“Bullying Prevention for Students in Mainstream Schools”* атты зерттеуінде Қазақстан мектептерінде буллинктің алдын алу бағдарламаларының жеткіліксіздігі мен мұғалімдер мен оқушылар арасындағы сенім тапшылығы жастардың азаматтық белсенділігін төмендететінін көрсеткен [8, 716 p.]. Зерттеуде UNICEF деректеріне сүйене отырып, 2023 жылы Қазақстандағы балалардың 63,6%-ы зорлық пен кемсітудің куәсі болған, 44,7%-ы құрбан болса, 24,2%-ы өздері басқаға күш қолданған деген мәліметтер келтірілген. Бұл статистика жасөспірімдер арасындағы құқықтық сана мен әлеуметтік жауапкершіліктің төмен деңгейін айқын дәлелдейді.

А. Жұмабаева өзінің *“Bullying in School in Kazakhstan”* (2021) атты еңбегінде мектептерде жүргізілген тереңдетілген сұхбаттар нәтижесінде, агрессорлардың едәуір бөлігі отбасында зорлық-зомбылық көргенін анықтаған [9, 18 p.]. Бұл факт әлеуметтік ортаның және отбасы факторларының жасөспірімдердің құқықтық мінез-құлқына тікелей әсер ететінін көрсетеді. Осындай психологиялық және әлеуметтік факторлар құқықтық жауапкершіліктің төмендеуіне, азаматтық белсенділіктің бәсеңдеуіне және әлеуметтік тұрақсыздықтың артуына әкеледі.

Жоғары сынып оқушыларының әлеуметтік-құқықтық жауапкершілігінің төмендеу себептерінің тағы бірі – отбасындағы тәрбиенің жеткіліксіздігі. Отбасы – баланың құқықтық мәдениеті мен әлеуметтік мінез-құлқының қалыптасуындағы ең алғашқы әрі шешуші институттардың бірі болып табылады [10, 184 б.]. Егер ата-аналар балаға ерте жастан құқықтық нормаларды, мінез-құлық талаптарын және қоғамда жауапкершілікпен әрекет ету қағидаларын түсіндірмесе, жасөспірім өзінің іс-әрекетінің әлеуметтік және құқықтық салдарын бағалауда қиналады.

UNICEF Қазақстандағы жасөспірімдер туралы зерттеуінде отбасылық өзара әрекеттестік пен ата-ананың тәрбиелік қолдауы жасөспірімнің мінез-құлқына тікелей әсер ететінін атап көрсетеді [11, 145 p.]. HBSC халықаралық

зерттеуі де ата-аналық бақылау, эмоционалды қолдау және отбасы ішіндегі тұрақты қарым-қатынастың жетіспеуі жасөспірімдердің құқықтық нормаларды сақтауының әлсіреуіне ықпал ететінін дәлелдеген [12, 276 р.]. OECD-нің Қазақстан бойынша шолуында да ата-аналардың бала тәрбиесіне қатысу деңгейі төмендеген жағдайда жасөспірімдердің әлеуметтік жауапкершілігі мен мінез-құлқындағы тәуекелдердің арта түсетіні көрсетілген [13, 98 р.].

Сондықтан отбасындағы тәрбиелік әлеуеттің әлсіреуі жасөспірімнің әлеуметтік және құқықтық жауапкершілігінің толық қалыптасуына кедергі келтіріп, мектеп пен қоғамдағы тәртіпке қатысты қиындықтардың туындау қаупін арттырады.

Қорытындылай келе, жоғары сынып оқушыларының әлеуметтік-құқықтық жауапкершілігінің төмендеуі – күрделі әрі көпқырлы әлеуметтік-педагогикалық мәселе екені анықталды. Демек, бұл құбылыс ең алдымен мектептегі тәрбие жұмысының әлсіздігімен, әлеуметтік ортаның теріс ықпалымен және отбасындағы құқықтық тәрбиенің жеткіліксіздігімен тікелей байланысты. Зерттеулер көрсеткендей, құқықтық сауаттың төмендігі буллинг пен кибербуллингің көбеюіне, девиантты мінез-құлықтың артуына және азаматтық белсенділіктің төмендеуіне әкеледі. Сондықтан жасөспірімдердің құқықтық мәдениетін арттыру тек білім беру саласының емес, бүкіл қоғамның ортақ міндеті.

Пайдаланылған әдебиеттер

1 Қазақстан Республикасының «Білім туралы» Заңы. – Астана: ҚР Парламентінің Жаршысы, 2007. – № 20. – 151-құжат. – 72 б.

2 Health Behaviour in School-aged Children (HBSC). Қазақстан оқушыларының өмір салты факторлары туралы ұлттық есеп. – Астана: ҚР ДСМ, 2024. – 3 б.

3 Алимбекова А., Асылбекова М., Утемисова Г., Нургалиева Д. Профилактика буллинга в Казахстане: SWOT-анализ // Scientific Journal of Pedagogy and Economics. – 2024. – Т. 410, № 4. – Б. 47–65.

4 «DosbolLIKE» ұлттық бағдарламасы. – Астана: «Өркен» балалар әлауқатын арттыру ұлттық ғылыми-практикалық институты, 2025. – 343 б.

5 Қазақстан Республикасының ӨҚБ туралы кодексі. 127-2-бап: «Кәмелетке толмаған адамды жәбірлеу (буллинг, кибербуллинг)». – Астана: ҚР Парламенті, ресми мәтін.

6 Asylybekova M., Atemova K., Baltabayeva Zh., Mukhammed D. Bullying among Kazakhstan School Learners and Overcoming Strategies // 31st International RAIS Conference on Social Sciences and Humanities, April 6–7, 2023. – RAIS Conference Proceedings. – P. 14–20.

7 Kumisbekov S.K., Sabitov S.M., Akimzhanova M.T. Cyberbullying prevention problems at the present stage // Bulletin of the Karaganda University. Law Series. – 2022. – Issue 105(1). – P. 85–95.

8 Zhorokpayeva M., Zhubakova S., Kendirbekova Zh., Orazgulova A., Shavaliyeva Z. Bullying prevention for students in mainstream schools // International Journal of Innovative Research and Scientific Studies. – 2025. – Vol. 8, No. 4. – P. 716–728.

9 Zhumabayeva A. Bullying in School in Kazakhstan. – SSRN Preprints, 2023. – 18 p.

10 Бекжанов А., Мұратова Л. Отбасы тәрбиесі және жасөспірімдердің әлеуметтік мінез-құлқы. – Алматы: Қазақ университеті, 2019. – 184 б.

11 UNICEF Kazakhstan. Situation Analysis of Children and Adolescents in Kazakhstan. – Nur-Sultan, 2022. – 145 p.

12 Inchley J., Currie D. et al. Growing Up Unequal: HBSC 2020 International Report. – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2020. – 276 p.

13 OECD. Supporting Students, Parents and Teachers in Kazakhstan: Review of Well-being and Behaviour. – Paris: OECD Publishing, 2021. – 98 p.

ГРНТИ 14.01.33

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ: ПЕДАГОГИКА, ПСИХОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ КАК ЕДИНОЕ ЦЕЛОЕ

Е.Т. Катанова

Магистр, старший преподаватель, Казахстанско-Американский свободный университет, г. Усть-Каменогорск

З.К. Чункурова

Магистр, старший преподаватель-исследователь, Казахстанско-Американский свободный университет, г. Усть-Каменогорск

С.О. Оразбекова

Магистр, старший преподаватель, Казахстанско-Американский свободный университет, г. Усть-Каменогорск

В статье рассматривается значение междисциплинарного подхода в системе высшего образования, а также особенности взаимодействия педагогики, психологии и физиологии как взаимодополняющих научных направлений. Произведён анализ понятия «междисциплинарность», его эволюции в педагогике. Акцент сделан на роли междисциплинарного подхода в формировании целостного мировоззрения и критического мышления у студентов. Междисциплинарный подход рассматривается как стратегическое направление развития современного высшего образования, обеспечивающее единство научного, практического и ценностного компонентов обучения.

Ключевые слова: междисциплинарный подход; высшее образование; педагогика; психология; физиология; интеграция наук; профессиональная подготовка; целостное развитие личности.

На протяжении длительного времени велись споры о необходимости ввода в педагогический процесс межпредметных связей. На сегодняшний день большинство педагогов и профессоров сходятся во мнении о важности междисциплинарного подхода на всех этапах обучения. Такой подход обеспечивает формирование более целостной картины мира, разносторонность подходов к решению поставленных задач, способность мыслить в разных плоскостях и категориях.

Впервые понятие «междисциплинарность» появилось в исследованиях Л.Февра и М. Блока [2, 3]. Далее этот термин был использован и Ф. Броделем в его научном труде [4]. Учёные рассматривали значимость междисциплинарного

подхода в разрезе истории и её обязательного пересечения с многими другими науками. Но не менее значима междисциплинарность и в вопросе естественно-научных исследований. На том уровне, какого сегодня достигло человечество, становится невозможным оставаться в рамках одной науки, при том желая двигать прогресс. Именно на стыке дисциплин, при том, зачастую, не менее трёх, иногда далеко не родственных на первый взгляд, сегодня зарождаются новые открытия. Доказательством данному утверждению служат сформировавшиеся относительно недавно междисциплинарные науки. Необходимость вывода их в отдельную новую ветку доказывает значимость комбинирования накопленных знаний и методов.

Междисциплинарный подход в гуманитарной сфере даёт возможность целостнее и глубже разрабатывать поставленные задачи, рассматривать процессы, протекающие в социуме, выявлять связи, анализировать и интерпретировать результаты исследований.

Междисциплинарная интеграция рассматривается как дидактическое условие повышения качества образования, поскольку она ориентирована на формирование целостной научной картины мира у обучающихся и способствует сближению содержания образования с реальной жизнью. Кроме того, междисциплинарная интеграция активизирует учебно-познавательную деятельность студентов, способствует развитию их интеллектуальных способностей, создаёт условия для более осознанного восприятия изучаемых объектов в процессе освоения школьных дисциплин. Достоинство междисциплинарной интеграции заключается также в том, что она выступает средством формирования интеллектуальных и практико-ориентированных умений, в целом оптимизирующих процесс обучения.

В отечественной педагогической науке до относительно недавнего времени преимущественно применялся термин «межпредметные связи». Именно этот термин встречается в современных педагогических словарях: «Межпредметные связи в обучении отражают интегрированный подход к образованию и воспитанию, позволяют выделить как основные элементы содержания образования, так и связи между учебными предметами» [5]. Значение межпредметных связей в обучении признавали такие классики отечественной и зарубежной педагогики, как Д. Дьюи, Д. Локк, Я.А. Коменский, И.Г. Песталоцци, К.Д. Ушинский, В.Я. Стоюнин, Н.Ф. Бунаков, В.И. Водовозов и др., считая, что эти связи наполняют учебный процесс осмысленным содержанием и повышают его эффективность.

Переход к новому термину «междисциплинарная интеграция» связан с появлением нового взгляда на процесс образования. Междисциплинарная интеграция – глубокий процесс, в котором междисциплинарное взаимодействие или межпредметные связи выступают конкретным инструментом достижения поставленных учебных целей. Современные зарубежные образовательные системы пришли к необходимости внедрения междисциплинарных знаний через создание междисциплинарных моделей обучения, преподавания и оценивания. Они формируются исходя из образовательных потребностей и реальных

жизненных проблем, которые имеют важное социальное значение или не могут быть решены в рамках одной дисциплины.

Педагогика – наука по самой сути своей междисциплинарная. Она во многом пересекается с другими науками.

В своей статье Г. Ибрагимов расписывает результаты своего исследования, целью которого был анализ материалов журнала «Педагогика» за 2018-2024 гг. [6]. Согласно Г. Ибрагимову, в педагогических статьях, посвященных содержательному аспекту междисциплинарности отмечается, что использование в качестве инструмента реализации междисциплинарного подхода междисциплинарного модуля, объединяющего различные образовательные области вокруг крупного проблемного вопроса, способствует усилению мотивационной функции учебного процесса. Здесь действует несколько следующих механизмов: контекстуализация, концептуализация и проблемно-прикладное обучение. Контекстуализация – это метод подачи абстрактных знаний в связке с более конкретным, например, историческим или философским контекстом. Такой формат упрощает процесс анализа и запоминания новой информации. Концептуализация действует через объединение ключевых понятий разных дисциплин. Таким образом у обучаемых формируется более универсальное и разностороннее представление, надпредметный концепт. Метод проблемно-прикладного обучения предполагает использование всех имеющихся знаний из разных научных областей для решения поставленной задачи.

В педагогике уже имеются наработки в вопросе развития междисциплинарного подхода: межпредметные связи, профессиональная направленность обучения, преемственность, единство обучения и воспитания, интегративность, проблемный и проектный методы, но данные разработки нуждаются в научно организационном и учебно-методическом обеспечении для эффективного внедрения в образовательную практику.

В зарубежной педагогической науке сформированы различные модели интеграции содержания общего образования, каждая из которых по-своему раскрывает идею междисциплинарности.

Выделяют несколько направлений:

– интеграция понятий внутри одной предметной области – объединение ключевых идей и категорий для формирования целостного представления об изучаемом материале;

– модель последовательного изучения – отдельные дисциплины сохраняют самостоятельность, однако их содержание выстроено таким образом, чтобы обеспечивать логическую взаимосвязь и преемственность понятий;

– коллективная модель – подразумевает совместное планирование курсов преподавателями разных предметов с опорой на общие или перекрещивающиеся темы;

– сетчатая (или «веб-») модель – строится вокруг одной объединяющей темы, которая служит связующим элементом для всех учебных дисциплин;

– многопоточная модель – направлена на развитие критического и системного мышления, а также социальных умений через объединение содержания различных программ вокруг одной комплексной задачи;

– интегрированная модель – фокусируется на поиске общих концепций и идей, связывающих несколько базовых предметов в единую образовательную систему;

– модель погружения – предполагает, что основную работу по интеграции знаний выполняет сам обучающийся, осваивая материал практически автономно;

– сетевая (исследовательская) модель – опирается на активное участие студентов в исследовательской деятельности, экспериментировании и практическом взаимодействии [7].

Многими авторами отмечается, что междисциплинарный подход обеспечивает более эффективное осваивание знания, понимание его структуры и позволяет применять приобретённые навыки при решении различных задач.

Педагогика взаимодействует со множеством наук, как, например, философия, социология, этика и т.д. Но в вопросе организации образования самыми значимыми оказываются психология и медицина, особенно раздел физиологии.

Психология как наука изучает психику, психическую деятельность, поведение, эмоции, мышление, память, воображение, темперамент, мотивацию и личность человека и групп людей. Педагогика использует выявленные психологией данные о процессе развития психики ребёнка, возрастных особенностей поведения, внимания, специфики мышления. Эти знания помогают педагогам разбираться в личности воспитанника, находить правильные подходы к образованию и воспитанию, соразмерять задачи и требования относительно возрастных возможностей учащегося. С учётом накопленных психологией знаний разрабатываются эффективные методы обучения и воспитания. Со своей позиции, психология получает возможность исследования психических процессов, протекающих в нервной системе во время обучения, при актах заучивания информации, вопросы значимости социализации, дисциплины для развития личности. Она изучает механизмы формирования личности и описывает эти процессы с научной точки зрения.

Из данных фактов очевидно, что между этими двумя замечательными науками, – педагогикой и психологией, – имеет место тесное взаимодействие и даже, можно сказать, взаимопроникновение.

Физиология – это наука о функционировании живого организма в целом и его составных частей (систем, органов, тканей, клеток), а также о взаимодействии организма с окружающей средой [8]. Знания, накопленные в этой области, широко используются для решения педагогических задач. Образовательное учреждение должно быть безопасным местом для учащихся, в котором, при приобретении знаний, не будет страдать состояние здоровья. Начиная с базовых правил гигиены, как мытьё рук перед едой и обязательное регулярное проветривание, заканчивая правильной посадкой во время обучения

и техникой безопасности на уроках физической культуры – всё это вносит в образовательный процесс физиология. Взаимосвязь педагогики и физиологии проявляется не только в общности их целей, направленных на гармоничное развитие и благополучие человека, но и в использовании сходных методологических подходов. Обе области опираются на наблюдение, диагностику, планирование и контроль как ключевые инструменты профессиональной деятельности.

Точки пересечения педагогики и физиологии особенно отчётливо проявляются в их практическом взаимодействии. В образовательных учреждениях – школах и детских садах – медицинские работники обеспечивают охрану здоровья обучающихся, проводят профилактические осмотры, контролируют санитарно-гигиенические условия. Педагоги и психологи, в свою очередь, часто обращаются к медицинским специалистам для получения консультаций по вопросам физического, эмоционального и когнитивного развития ребёнка, что способствует комплексной оценке его состояния и оптимальному выбору педагогических стратегий.

Таким образом, интеграция педагогики и физиологии представляет собой важное направление современного научного и практического взаимодействия, основанное на идее целостного подхода к развитию личности.

Сегодня междисциплинарный подход в области высшего образования имеет высокую актуальность. Во время обучения в ВУЗе закладываются основы профессионального мышления, полученные в школе первичные навыки комплексного решения задач получают усовершенствование и расширение, развивается умение системного восприятия мира [9].

Образовательные программы нового поколения всё чаще ориентируются не на изолированное изучение отдельных дисциплин, а на их интеграцию, что позволяет студентам видеть взаимосвязи между различными областями знаний и применять их в реальной профессиональной деятельности. Такой подход особенно востребован в педагогических университетах, где будущие специалисты осваивают знания о человеке во всём многообразии его проявлений – как биологического, психологического и социального существа.

Интеграция педагогики, психологии и физиологии в системе высшего образования способствует формированию целостного представления о закономерностях развития и функционирования человека. Понимание физиологических основ познавательной деятельности, психических процессов и педагогических принципов обучения помогает студентам осознать взаимосвязь между физическим и психическим состоянием личности, её обучаемостью, мотивацией и успеваемостью. В рамках университетских курсов это выражается в создании междисциплинарных модулей, объединяющих теоретические и практические аспекты подготовки, например, при разработке учебных кейсов, где педагогические ситуации рассматриваются одновременно с позиций физиологии и психологии.

Кроме того, междисциплинарный подход в высшей школе способствует развитию у студентов гибкости и критичности мышления, исследовательских

умений, способности к самоанализу и адаптации к профессиональным вызовам. Он формирует у будущих педагогов, психологов, врачей и специалистов смежных областей умение работать в команде, осознавать ценность знаний, полученных из разных научных сфер, и применять их для решения комплексных задач в образовательной и социальной практике. Таким образом, междисциплинарная интеграция в высшем образовании становится не просто педагогическим принципом, а стратегией подготовки компетентного, всесторонне развитого и гуманистически ориентированного специалиста.

Можно сделать вывод, что междисциплинарный подход является крайне важным элементом развития современного образовательного процесса. Такой подход даёт возможность сформировать у будущих специалистов целостный подход в своей профессиональной области, приобрести профессиональные компетенции, развить культуру научного мышления.

Литература

- 1 Елкин О.М. Использование междисциплинарности в содержании общего образования // Ценности и смыслы. – 2023. – №2 (84). – С. 116-124.
- 2 Блок М. Апология истории или ремесло историка / пер. Е.М. Лысенко; примеч. и ст. А.Я. Гуревича. – М.: Наука, 1986. – 256 с.
- 3 Февр Л. Бои за историю. – М.: Наука, 1991. – 632 с.
- 4 Бродель Ф. История и общественные науки. Историческая длительность // Философия и методология истории: сб. ст. – М.: Прогресс, 1977. 336 с.
- 5 Каленникова Т.Г., Борисевич А.Р. Словарь психолого-педагогических понятий. Для студентов всех специальностей очной и заочной формы обучения. – Минск: БГТУ – 2007. – 68 с.
- 6 Ибрагимов – «Междисциплинарный подход в педагогике» / Электронный ресурс: https://kpfu.ru/staff_files/F_413176431/Ibragimov_G.I._Mezhdis._podkhod_v_pedagogike.pdf?utm_source=chatgpt.com
- 7 Суханова Т.В., Тагунова И.А. Междисциплинарное содержание образования как новый раздел учебного плана за рубежом / Т.В. Суханова, И.А. Тагунова // Педагогика. – 2023. – №9. – С. 121-128.
- 8 Судаков К.В. Физиология. – М.: Советская энциклопедия, 1977. – С. 355–359.
- 9 Bromme R. Beyond one's own perspective: The psychology of cognitive interdisciplinarity // *Practising interdisciplinarity* / ed. by P. Weingart, N. Stehr. – Toronto: University of Toronto Press, 2000. – P. 115–133.
- 10 Davis J.R. *Interdisciplinary courses and team teaching: New arrangements for learning*. – Phoenix, AZ: American Council on Education; Oryx Press, 1995. – 208 p.

ҒТАМР 14.19.31

МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫНА ДЕНСАУЛЫҚТЫ САҚТАУДЫ ҮЙРЕТУДІҢ ЖОЛДАРЫ

Ж.М. Жолдыбаева

*Көркем еңбек пәнінің мұғалімі, Жанқожа батыр атындағы №70 орта мектебі,
Әйтеке би кенті, Қазалы ауданы, Қызылорда обл.*

Бұл мақалада мектеп оқушыларына денсаулықты сақтауды үйретудің тиімді жолдары қарастырылады. Денсаулық туралы түсінік қалыптастыру, салауатты өмір салтын насихаттау, оқу процесінде денсаулық сақтау технологияларын қолдану, спорттық белсенділік пен психологиялық қолдаудың маңызы атап өтіледі. Сонымен қатар, ата-аналармен бірлескен жұмыстың оқушылардың денсаулық мәдениетін қалыптастырудағы рөлі талданады.

Түйін сөздер: денсаулық сақтау, салауатты өмір салты, мектеп оқушылары, спорттық белсенділік, психологиялық денсаулық, ата-анамен жұмыс.

Елу жылда ел жаңа деген дана халқымыз. Әр бір кезеңнің қоғамда өз сұраныстары бас көтеріп, білім беру жүйесіне, мұғалімдер тарапына жаңа мақсаттар қойылып отырған. Қазіргі медицинаның, технологияның т.б. ғылымдар дамуы жоғары деңгейде. Қоғамның тазалығы, мәдениеті жас ұрпақ тәрбиесімен тығыз байланыста. Жаңа педагогикалық технологиялар, ұлттық тәрбие мақсаты сауатты, рухты, ғылым біліммен сусындаған ұрпақты тәрбиелеу. Сол бағыттағы мектеп қабырғасында оқитын пәндердің бірі көркем еңбек пәні. Пән көлеміндегі авторлық бағдарлама тоғызыншы сынып оқушыларына арналады. Тақырыптар 5-9 сыныптар аралығында өткізілген материалдарды кең көлемде немесе тереңірек қайталауға, кейбір материалдарды басқа пән тізбегіндегі ақпаратпен байланыса, келесі материалдар оқушыға жаңа ақпарат ретінде ұсынылады. Бағдарлама төрт бөлімнен, отыз төрт тақырыптан тұрады. Кейбір дағдылармен оқушылар жаңадан танысады. Мысалы: фонендоскоппен қан қысымын өлшеп үйрену, шөп дәрі тұнбаларын дайындау, кондитерлік жаттығуларды орындау, көңілді топтарға арналған қызықты ойындарды жасау. Оқушының өз бойындағы ерекшеліктерін білу немесе мықты және әлсіз, қорқыныш пен мүмкіндіктерін білу өз бетінше жұмысқа, өзінің дамуына әкеп тірейді. Бағдарлама қыз балалар қауымына міндетті болғанмен ер балаларға да артық болмайтын тақырыптардан тұрады.

Бұйырғаннан артық ештеңе жоқ дейді халқымыз, дегенмен қаржылық сауаттылық, функционалды сауаттылық оқушыдан біліп ғана қоймай, таңдай білуді қажеттейді. Нарық заңдылықтарына дайындықты мектеп қабырғасынан басталып, өз бойында психологиялық көңіл күйді қалыптастыру, логикалық шешімдер қабылдау дағдылары болып табылады.

Өз ағзаңыздағы тұрақты қан қысымыңыз?

Бойыңыз бен салмағыңыздың сәйкестігі қандай?

Қан мен зәр зерттеулерінің нәтижесін білесіз ба?

Үй дәріханасына қандай таблеткаларды пайдаланасыз?

Бұл сұрақтар жауабы күнделікті тұрмыста айтыла берілмейтін қыр сырларын жинастырған.

Ыдыстарды қалай тазалайсыз деген сұрақтарға кез келген адам күнделікті қолданып жүрген фери мен химиялық қоспаларды айтады. Бірақ тәжірибені жинақтау уақытты қажет етеді. Бағдарлама осы сұрақтар төңірегінде тәжірибелерді жинақтай отырып, үй тіршілігінде керек дағдыларға қол жеткізеді.

Қазір ақпаратты табу көздері өте көп. Интернет желісі, видеоақпарат, лайфхактар, өз істерінің шеберлерінің құнды кеңестері жинақталып, авторлық бағдарлама негізін құрастырды. Бағдарлама соңында әр бір оқушы өзінің кеңес дәптерін жасайды, құрастырылған тест сұрақтарына жауап береді.

Мақаланың мақсаты, қандай да болсын топ, орта адам бойынан позитивті, ерекшелікті көргенде коммуникативті қарым қатынасқа түседі. Коммуникативті қатынас ортақ тіл табу мен бірігудің белгілері. Қытайда «өз дәретіңізді қадағалау, жазылудың басы». Жапонияда «салмақпен бойдың сәйкес келмеуі жүз аурудың басы» деген ұғымдар ден саулық қадірін көрсетеді. Ешбір ауруды жұлып ала алмайсыз, денсаулық ғылым мен білімді қажет етеді.

Қазіргі кезде смарт сағаттар, ағза анализдерінің сау көрсеткішін жазуда. Қарапайым адам өз ағзасының алғашқы қоңырауларын білу, денсаулықты сақтаудың басы.

Өз дененіздің сау көрсеткіштерін білесіз бе?

Сарымсақ «чеснок» қалай сақтаймыз?

Сантехниканы тазартудың ең арзан, оңай жолы?

Киім сандықтың ішін таза ұстау жолы?

Ашытқыны жасау жолы жоқ болған жағдайда...

Ұннан жасалатын өнімдердің сапасын арттыру..

Дақты кетірудің тиімді жолы.

Қандай ою сала аласыз

Белсендірілген көмірді пайдалана аласыз ба?

Нашатыр спирті деген не?

Нан ұзаққа сақталу үшін не істейміз?

Балды қалай тексереміз?

Ас содасын тұрмыста пайдалану.

Қарапайым адам осы сұрақтарға жауап бере алмайды. Тоғызыншы сынып оқушылары үйдегі тіршілікті және өзінің болашақ өміріне керек дағдылар деп түсінеміз.

Қазіргі кезде мектеп жасындағы балалардың денсаулығын сақтау мен нығайту – білім беру жүйесінің басты міндеттерінің бірі. Себебі дені сау бала ғана толыққанды білім алып, шығармашылықпен айналыса алады. Сондықтан мектепте оқушыларға денсаулық мәдениетін қалыптастыру мақсатында кешенді жұмыстар жүргізу қажет.

1. Денсаулық туралы түсінік беру.

Басты қадам – балаларға денсаулықтың мәнін түсіндіру. Мұғалімдер мен сынып жетекшілер:

– денсаулықтың физикалық, психикалық және әлеуметтік аспектілерін түсіндіруі тиіс;

– “Денсаулық күні”, “Салауатты өмір салты апталығы” сияқты танымдық іс-шаралар ұйымдастыруы қажет.

2. Салауатты өмір салтын қалыптастыру

Мектеп бағдарламасында оқушыларға дұрыс тамақтану, қозғалыс белсенділігі және жеке гигиена ережелерін үйрету маңызды.

Мысалы:

Таңертеңгі жаттығу жасау дағдысын қалыптастыру;

Жеміс-жидек пен көкөністі жиі тұтыну;

Энергетикалық сусындар мен фастфудтан бас тарту.

3. Денсаулық сақтау технологияларын оқу процесінде қолдану.

Мұғалімдер сабақ кезінде:

– сергіту сәттерін ұйымдастыру;

– көзге арналған жаттығуларды өткізу;

– дұрыс отыру, жарықтың жеткілікті болуын қадағалау сияқты қарапайым тәсілдерді қолдануы керек.

4. Спорттық және қозғалыс белсенділігі.

Физикалық белсенділік – денсаулық кепілі.

Мектепте:

спорттық үйірмелер (футбол, баскетбол, би, гимнастика); мектепшілік жарыстар, “Көңілді старттар”, “Денсаулық марафоны” сияқты шаралар ұйымдастырылуы тиіс.

5. Психологиялық денсаулықты сақтау.

Бүгінгі оқушы тек физикалық емес, психологиялық тұрғыдан да қолдауға зәру.

Психологтар мен сынып жетекшілер оқушылармен әңгіме, тренингтер жүргізуі керек;

Қарым-қатынас мәдениетін, өз эмоциясын басқаруды үйрету де маңызды.

6. Ата-анамен бірлесе жұмыс істеу.

Денсаулық мәдениеті тек мектеп қабырғасымен шектелмеуі тиіс.

Ата-аналарға арналған семинарлар, жиналыстар өткізу;

Үй жағдайында дұрыс тамақтану мен ұйқы режимін сақтау туралы кеңес беру қажет.

Мектеп оқушыларының денсаулығын сақтау – бүкіл қоғамның ортақ ісі. Денсаулықты сақтау мен нығайту жұмыстары жүйелі түрде жүргізілсе, болашақ ұрпақтың өмір сапасы артады.

“Салауатты ұрпақ – ұлт болашағы” қағидасын әр педагог өз ісінде басшылыққа алуы қажет.

Ежелгі замандарда (мысалы, көне Грекия мен Шығыс елдерінде) денсаулық ұғымы табиғатпен үйлесімді өмір сүрумен тікелей байланысты болған. Мысалы Гиппократ “Денсаулық – бұл адамның табиғатпен тепе-теңдігі” деп атап көрсеткен. Ол дұрыс тамақтану, қозғалыс пен демалыстың маңызын ғылыми тұрғыдан негіздеген. Бұл кезеңде денсаулық тәрбиесі философиялық және табиғи тұрғыдан түсіндірілді, ал адамның өмір салты денсаулықтың негізгі көрсеткіші саналды. Орта ғасыр – рухани және діни көзқарас кезеңі болды. Орта ғасырларда денсаулық сақтау діни-рухани тазалықпен байланыстырылды. Медреселер мен шіркеу мектептерінде тәртіп, гигиена және қарапайым тазалық ережелерін сақтау үйретілді. Шығыс ғалымдары – Әл-Фараби, Ибн Сина (Авиценна) еңбектерінде денсаулықты сақтау мен аурудың алдын алу туралы ілімдер жазылған. Бұл кезеңде денсаулық тек тән саулығы емес, рухани тазалық пен моральдық жауапкершілік ретінде қарастырылды. XVIII–XIX ғасырлар – ғылыми-медициналық бағыттың қалыптасуымен тарихта қалды. Бұл дәуірде медицина ғылымы қарқынды дамып, денсаулық сақтау ісі мектеп жүйесіне енгізіле бастады. Ресейде алғашқы мектеп гигиенасы пәндері пайда болды, ал Еуропада балалардың күн тәртібін, тамақтануын және қозғалысын реттеу бойынша нұсқаулықтар жасалды. Денсаулық сақтау білім беру жүйесінің маңызды бөлігіне айналып, оқушылардың физикалық дамуы басты назарға алынды.

XX ғасыр – салауатты өмір салты идеясын енгізу кезеңі болды. Кеңес дәуірінде “дене тәрбиесі”, “еңбек пен демалыс гигиенасы” сияқты ұғымдар мектеп бағдарламаларына енгізілді. Балаларға арнап спорттық секциялар, лагерьлер ұйымдастырылды. “Көңілді старттар”, “Денсаулық күні” сияқты мектепшілік шаралар дәстүрге айналды. Бұл дәуірде ұжымдық тәрбие арқылы денсаулық мәдениеті қалыптасты. Мақсат – физикалық және моральдық тұрғыдан шыныққан тұлға тәрбиелеу болды. Қазіргі заман – кешенді және инновациялық тәсілдер кезеңі болуда.

Бүгінгі таңда денсаулық сақтау тек спортпен немесе тамақтанумен шектелмейді, ол ақпараттық және психологиялық мәдениетті де қамтиды. Мектептерде “Салауатты өмір салты”, “Психологиялық денсаулық апталығы”, “Мектептегі фитнес” бағдарламалары енгізілуде.

Цифрлық технологиялар арқылы оқушылар өз денсаулығын бақылауға үйреніп жатыр (мысалы, фитнес-трекерлер, денсаулық қосымшалары). Қазіргі кезеңде денсаулық сақтау білім беру процесімен, цифрлық сауаттылықпен және экологиялық мәдениетпен тығыз байланыста дамуда.

Дәуірлерді салыстыра қарасақ:

Ежелгі дәуірде – табиғатпен үйлесім;

Орта ғасырда – рухани тазалық;

XVIII–XIX ғғ. – ғылыми негіз;

XX ғасырда – әлеуметтік және ұжымдық тәрбие;

Қазіргі заманда – инновациялық және кешенді тәсіл басым.

Осы тарихи даму нәтижесінде бүгінгі мектептерде денсаулық сақтау білім беру жүйесінің басты бағыттарының бірі болып қалыптасты.

Шет мемлекеттер тәжірибесі: денсаулықты сақтауды үйретудің жолдары

Финляндия – мектептегі денсаулық мәдениетінің моделі. Финляндияда білім беру жүйесінің басты ұстанымдарының бірі – “Well-being at school” (Мектептегі амандық пен саулық) қағидасы.

Негізгі тәсілдері:

Әр мектепте денсаулық сақтау бағдарламасы міндетті түрде енгізілген;

Сабақ кестесіне физикалық белсенділікті арттыру мақсатында қысқа қозғалыс үзілістері (moving breaks) енгізілген;

Ас мәзірі толық бақылауда, тек пайдалы тағамдар ұсынылады;

Әр оқушы жыл сайын медициналық және психологиялық тексеруден өтеді.

Финляндия оқушыларының физикалық және психологиялық денсаулық деңгейі Еуропадағы ең жоғары көрсеткіштердің бірі болып саналады. Жапония – ұжымдық тәртіп пен жауапкершілік арқылы денсаулық тәрбиесі. Жапон мектептерінде денсаулық сақтау мәдениеті тәртіп пен тазалыққа баулу арқылы жүзеге асады. Мысалы оқушылардың өздері мектеп ауласын, сыныптарын тазалайды – бұл еңбекке, жауапкершілікке және санитарлық тәртіпке үйретеді. “Тамақтану сабағы” (shokuiku) атты пән бар, онда балаларға тағамның құндылығы мен дұрыс тамақтанудың маңызы үйретіледі. Таңертеңгі жиналыстарда тыныс алу жаттығулары мен қысқа гимнастика өткізіледі. Жапонияда денсаулық мәдениеті оқу-тәрбие жүйесінің табиғи бөлігіне айналған, ал мектеп оқушылары өзін-өзі басқаруға бейімделген. АҚШ – “Comprehensive School Health Program” жүйесі. Америка Құрама Штаттарында мектептегі денсаулық сақтау жүйесі кешенді бағдарлама түрінде дамыған. Дене тәрбиесі мен спорт сабақтары міндетті пән болып саналады. School nurse system – әр мектепте медбике немесе денсаулық маманы бар. Психологиялық көмек көрсету қызметі дамыған; Оқушылар мен ата-аналар үшін «Healthy Lifestyle Campaign» атты ақпараттық бағдарламалар өткізіледі.

Нәтижесінде оқушылардың өз денсаулығына жеке жауапкершілігі артып, зиянды әдеттердің алдын алу деңгейі жоғарылаған. Канада – экологиялық және әлеуметтік денсаулыққа басымдық бар. Канадада “Health-promoting schools” тұжырымдамасы іске асуда. Мақсаты оқушыларды денсаулыққа, табиғатқа және қоғамға жауапты тұлға ретінде қалыптастыру. Мысалы ашық ауада оқу (outdoor education) тәжірибесі кең тараған. Мектептерде “Eco-schools” бағдарламасы енгізілген. Балалар өздерінің физикалық белсенділігін табиғатпен байланысты ойындар мен жобалар арқылы дамытады. Канадалық модель денсаулықты экологиялық, психологиялық және әлеуметтік орта тұтастығында қарастырады. Оңтүстік Корея – цифрлық бақылау және инновациялық тәсілді пайдаланады.

Кореяда денсаулық сақтау білім беру жүйесімен бірге технологиялық инновациялармен ұштасқан. Мысалы оқушылардың денсаулығы туралы мәліметтер электронды денсаулық жүйесіне енгізіліп, ата-аналар мен дәрігерлер онлайн бақылауды ұйымдастырған. Сандық фитнес-платформалар арқылы оқушылардың физикалық белсенділігі өлшенеді. Психологиялық денсаулыққа арналған VR және онлайн-тренингтер енгізілген. Корея тәжірибесі – денсаулық сақтау мен цифрлық білімнің синтезі.

Жалпы қорытындыласақ, шет елдер тәжірибесін талдай келе, бірнеше ортақ бағытты байқауға болады. Денсаулық сақтау бағдарламалары білім жүйесінің тұрақты бөлігі. Физикалық белсенділік пен психологиялық саулыққа тең көңіл бөлінеді. Ата-аналар мен қоғамның ынтымақтастығы жоғары деңгейде және инновациялық және цифрлық шешімдер денсаулық мәдениетін қолдауға бағытталған. Қорытындылай келе, мектеп оқушыларына денсаулықты сақтауды үйрету – тек білім беру саласының емес, бүкіл қоғамның ортақ міндеті. Денсаулық – адам өмірінің ең басты құндылығы, сондықтан оны сақтау мен нығайту жұмыстары мектептен басталуы тиіс. Оқу-тәрбие үдерісінде салауатты өмір салтын қалыптастыру, жеке гигиена мен дұрыс тамақтануды үйрету, қозғалыс белсенділігін арттыру және психологиялық қолдау көрсету – оқушының жан-жақты дамуының негізі болып табылады. Әр дәуірдің тәжірибесі көрсеткендей, денсаулық сақтау мәселесі заман талабына сай түрленіп отырады: ежелгі кезеңде табиғатпен үйлесім маңызды болса, қазіргі уақытта инновациялық және цифрлық тәсілдер басты рөлге ие. Ал шет мемлекеттер (Финляндия, Жапония, АҚШ, Канада, Корея) тәжірибесі бұл бағыттағы табыстың кілті – жүйелілік пен қоғамның қатысуында екенін дәлелдейді. Демек, оқушылардың денсаулығын сақтау мен салауатты өмір салтын қалыптастыру – келешек ұлттың рухани және физикалық дамуының кепілі. “Дені сау ұрпақ – ел болашағы” қағидасын басшылыққа ала отырып, әрбір педагог өз сабағында денсаулық сақтау мәдениетін қалыптастыруға үлес қосуы тиіс.

Пайдаланылған әдебиеттер

- 1 Қазақстан Республикасының «Білім туралы» заңы. – Астана, 2023.
- 2 «Денсаулық сақтау саласындағы мемлекеттік саясат тұжырымдамасы (2020–2030 жж.)». – ҚР Денсаулық сақтау министрлігі, Астана, 2020.
- 3 Жүнісбекова Г. Мектеп оқушыларының денсаулығын сақтау жолдары. – Алматы: Рауан, 2021.
- 4 Төлегенова, А. Салауатты өмір салты – сапалы білім негізі. – Педагогика және психология журналы, №2, 2022.
- 5 Құсайынова, С. Бастауыш мектепте денсаулық сақтау технологияларын қолдану. – Білім – Образование, №5, 2020.
- 6 Әбділдина С. Педагогикалық үрдісте оқушылардың психологиялық саулығын сақтау жолдары. – Алматы: Қазақ университеті, 2019.
- 7 Айманова Л. Денсаулық сақтау технологиялары: мектеп тәжірибесі. – Астана: НЗМ ДББҰ, 2022.

8 Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). Global School Health Initiative. – Geneva: WHO, 2021.

9 OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). The Future of Education and Skills 2030: Health and Well-being in Schools. – Paris, 2020.

10 Finnish National Agency for Education. School Health Promotion Programme in Finland. – Helsinki, 2021.

11 Ministry of Education, Japan. Shokuiku – Food and Nutrition Education in Schools. – Tokyo, 2022.

12 U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Whole School, Whole Community, Whole Child Model. – Atlanta, 2021.

13 Canadian Public Health Association. Health-Promoting Schools in Canada. – Ottawa, 2020.

14 UNESCO. Global Education Monitoring Report: Inclusion and Health in Education. – Paris, 2022.

15 Литвинов В. Здоровьесберегающие технологии в образовательном процессе. – М.: Академия, 2020.

ҒТАМР 14.15.00

СИПАТТАУ, БАЯНДАУ, ПАЙЫМДАУ – БАЙЛАНЫСТЫРЫП СӨЙЛЕУДІҢ ТҮРЛЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЖОЛДАРЫ

З.Е. Сабыржанова

*Магистрант, Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық университеті,
Қарағанды қ.*

Мақалада байланыстырып сөйлеудің негізгі түрлері – әңгімелеу, сипаттау, пайымдауды оқыту жолдары қарастырылады. Мақалада оқушылардың байланыстырып сөйлеу дағдыларын дамытуда аталған сөйлеу түрлерінің әрқайсысының ерекшеліктерін, құрылымдық және мазмұндық сипаттарын талдай отырып, оларды меңгертудің тиімді әдіс-тәсілдерін ұсынады. Сонымен қатар, мақаланың мазмұнында оқыту барысында қолданылатын жаттығулар мен тапсырмалардың түрлері көрсетілді.

Түйін сөздер: байланыстырып сөйлеу, әңгімелеу, сипаттау, пайымдау, сөйлеуді дамыту.

Мектеп жасына дейінгі балалардың байланыстырып сөйлеу дағдыларын қалыптастыру – олардың тілдік дамуының негізгі міндеттерінің бірі болып табылады. Бұл міндеттің табысты жүзеге асырылуы әлеуметтік ортасына, отбасына, тілдік ортасының сапасына, баланың жеке танымдық ерекшеліктері мен белсенділігіне тікелей байланысты. Аталған факторлар мақсатты түрде жүргізілетін тілдік тәрбиенің маңызды алғышарттары ретінде қарастырылуы тиіс.

Байланыстырып сөйлеу – логика заңдарына және грамматикалық нормаларға бағынатын, ішкі тұтастағы мен салыстырмалы аяқталғандығы бар, мазмұндық жағынан бөлшектеніп, өзара байланысқан бөліктерден тұратын тілдік тұтастық ретінде қарастырылады. Белсенді сөйлеу дағдыларының дамуы әңгімелесу, суреттер мен ойыншықтарды қарастыру сияқты іс-әрекеттер барысында жүзеге асады. Бұл ретте мектепке дейінгі кезеңде сөйлеудің барлық қырлары, соның ішінде байланыстырып сөйлеуді қалыптастырудың негізі болып табылады. Байланыстырып сөйлеудің дамуы кезең-кезеңімен жүзеге асады, ол баланың ойлау қабілетінің дамуымен қатар жүреді. Бұл үдеріс баланың іс-әрекетінің күрделенуімен және айналасындағы адамдармен қарым-қатынас түрлерінің кеңеюімен тығыз байланысты [1].

Байланыстырып сөйлеу баланың жан-жақты дамуының құрамдас бөлігі болып табылады. Оны меңгеру балаға құрдастары мен ересектермен тиімді қарым-қатынас жасауға, өз сезімдерін жеткізуге, сондай-ақ сыртқы ортадан қажетті ақпарат алуға мүмкіндік береді. Мектепке дейінгі жастағы балалардың байланысқан мәтіндер құрастыруға үйрету барысында олардың тақырып пен негізгі ойды ашу дағдыларын, сондай-ақ мәтінге атау қою қабілетін дамыту маңызды болып табылады. Байланысқан пікірді ұйымдастыруда интонацияның маңызы зор, сондықтан әр сөйлемдегі интонацияны дұрыс қолдану дағдысын қалыптастыру мәтіннің құрылымдық бірлігі мен мағыналық тұтастығын қамтамасыз етеді [2].

Ақпаратты беру тәсіліне немесе баяндау әдісіне байланысты келесі сөйлем түрлері ажыратылады: сипаттау, баяндау, пайымдау. Байланыстырып сөйлеуді дамыту үшін аталған сөйлем түрлерін құрастыру дағдыларын дамытуды қамтиды. Сөйлеуді дамыту дағдыларын меңгеру үшін оның байланыстылығы мен тұтастығы сияқты сапаларын дамыту міндетті болып табылады. Аталған дағдылар коммуникациялық бағыттылықпен, баяндау логикасымен, құрылымымен және тілдік құралдарының белгілі бір ұйымдастырылуымен ерекшеленеді.

Сипаттау – нысанның анықтамасы мен атауынан басталады. Одан кейін нысанның белгілері, қасиеттері, сипаттары мен әрекеттері тізбектеледі. Мектепке дейінгі жастағы балаларға ойыншықтарды, сюжеттік немесе заттық суреттерді, олардың идеясын, осыдан басқа жануарларды, табиғат құбылыстарын, адамдарды сипаттауды үйретеді.

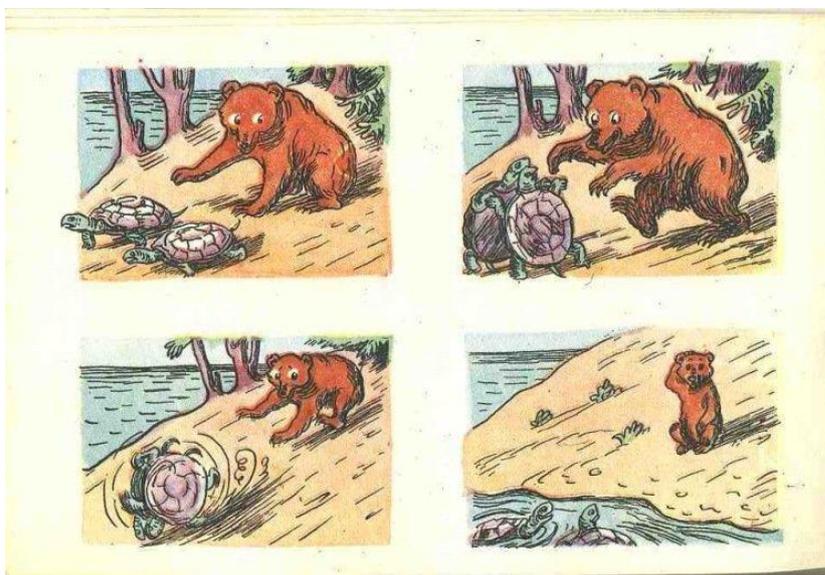
Баяндау – сюжеттің уақыт бойынша дамуы мен логикалық тізбектілікпен баяндалуы. Баяндаудың негізгі мақсаты – іс-әрекеттің дамуы немесе нысанның күйін, яғни бір-бірімен кейінгі оқиғалар, көріністер мен сахналарды жеткізу. Мектепке дейінгі жастағы балалар әртүрлі баяндамалық мәтіндер құра алады: ертегілік оқиғалар, шынайы әңгімелер, бір суретке немесе сюжеттік суреттер сериясына арналған әңгімелер.

Пайымдау – себеп-салдарлық байланыстарды, баға беруді және сұрақтарды қамтитын мәтін түрі. Мектепке дейінгі жастағы балаларда логикалық ойлау, пайымдау, түсіндіру, дәлелдеу, қорытынды жасау, айтылғанды жалпылау дағдыларын дамытуға ерекше мән берілуі қажет. Бұл қабілеттер дәл осы пайымдау түріндегі сөйлеу барысында қалыптасады [3].

Жоғарыда аталған сөйлеу түрлері мектепке дейінгі жастағы балалардың байланыстырып сөйлеуінде аралас түрде кездесуі мүмкін, яғни сипатама немесе пайымдау элементтері баяндауда, немесе керісінше болуы мүмкін. Байланыстырып сөйлеудің дамуы ең алдымен сөздік қорының молаюына, сөздің мағыналық жағын меңгеруге тікелей байланысты. Сөздің мағыналық жағын меңгеру байланысты сөйлеудің дұрыстығы, нақтылығы, көркемдігі сияқты жақтарын дамытуға, сондай-ақ мағынаға сәйкес келетін, ойды дәл жеткізетін тілдік құралдарды еркін таңдауға мүмкіндік береді. Байланысты сөйлеуді дамыту міндеті тілдік дағдылардың басқа аспектілерімен, атап айтқанда ана тілінің лексикалық байлығын меңгерумен, дұрыс грамматикалық және

фонетикалық құрылыммен тығыз байланысты. Байланыстырып сөйлеуді қалыптастыру барысында мектепке дейінгі жастағы балаларды әртүрлі сөйлеу түрлерін – баяндау, сипаттау, пайымдау – олардың құрылымын сақтай отырып құрастыру дағдыларын дамытуға ерекше көңіл бөлінеді. Балалар өз кезегінде, кез келген сөйлемнің құрылымын – бастамасы бар ма, сюжет қалай дамиды, аяқталуы бар ма – саналы түрде талдауы тиіс.

Сюжеттік сурет сериясы – бұл әрбір суреті әңгіменің жеке бір эпизодын бейнелейтін ерекше баяндамалық мәтін моделі. Мұндай көрнекілік баяндау мәтіннің жалпы құрылымын көрсетуге, оқиға мен оның дамуы, композиция туралы алғашқы түсініктерді қалыптастыруға мүмкіндік береді. Сюжеттік суреттер балалардың тек сипаттау ғана емес, сондай-ақ баяндау дағдыларын дамытуға қызмет етеді. Суретті сипаттау кезінде балалар өз қабылдауына сүйенеді. Ал баяндауды құру үшін қабылдаумен қатар балалардың шығармашылық қиялы іске қосылады, бұл оларға суретте бейнеленген оқиғалардан бұрын және кейін болған түрлі жағдайларды ойлап табуға мүмкіндік береді. Балаларды сюжеттік суреттер сериясы бойынша баяндамалық әңгімелер құрастыруға үйрету – балалар үшін қызықты тапсырма болып табылады, өйткені 3-4 сурет оқиғалардың дамуын ретімен көрсетеді. Бұл жағдайда балалар суреттердің мазмұнын “көріп”, оларды дұрыс логикалық ретпен орналастыру және үздіксіз әңгіме құрастыру қабілеттеріне ие керек болуы керек. Аталған дағдылар шамамен бес жасқа қарай қалыптасады.



Сурет 1. Н.Радловтың “Рассказы в картинках” атты сюжеттік суреттерінің бірі.

Суретті талдау барысында маман балалардың болашақ баяндауларына қажетті сөздер мен сөз тіркестерімен тіл байлықтарын арттыруға бағытталған лексикалық жаттығулар жүргізе алады. Мысалы, суреттегі кейіпкерлерге синоним сөздер таңдауға арналған жаттығу балалардың әңгімесінде жиі кездесетін – “олар”, “ол” сөздерін қайта-қайта қайталаудың алдын алуына көмектеседі. “Орманға кім бара жатыр? Оларды басқаша қалай атауға болады?”

– деп сұрай отырып, балаларды жауап беруге ынталандырады немесе өзі басқа нұсқалар ұсынады: балалар, достар, қыздар мен ұлдар және т.с.с.

Балалардың байланыстырып сөйлеу қабілетін дамыту жүйелі, кезең-кезеңімен және нақты мақсатқа бағытталған түрде жүргізілуі тиіс. Сөйлеу мәдениеті мен фонематикалық қабылдауды қалыптастыру әдіс-тәсілдері баланың сөйлеу деңгейіне қарай таңдалуы тиіс. Мамандар “қарапайымнан күрделіге” деген дидактикалық қағиданы сақтауды ұмытпағаны жөн. Көмекші көрнекіліктер – баланың қабылдауына жеңіл әрі қолайлы болуы тиіс. Материалдың эмоциялық жағы да жағымды көңіл күй қалыптастырып, балалардың қызығушылығын арттырып, күйзелісті азайтуға көмектесуі қажет.

Осылайша, байланыстырып сөйлеуді тиімді дамыту ересектердің баламен дұрыс қарым-қатынас орната білуі, оның жеке ерекшеліктерін ескере отырып, талаптарын баланың нақты мүмкіндіктеріне сай үйлестіруіне және бар дағдыларын негізге ала отырып оқытуына байланысты болады.

Пайдаланылған әдебиеттер

1 Лямина Г. Учимся говорить и общаться // Дошкольное воспитание, 2006. – №3.

2 Ушакова О.С., Струнина Е.М. Методика развития речи детей дошкольного возраста: учебно-методическое пособие для воспитателей дошкольных образовательных учреждений. – М.: Гуманит. изд. Центр ВЛАДОС, 2004. – 288 с.

3 Соколова С.Е. Формирование связной речи детей. Обучение рассказыванию // Дошкольная педагогика, 2014. – №3.

ҒТАМР 14.15.15

ШЕТЕЛДІК СТУДЕНТТЕРДІҢ ЖАҢА БІЛІМ БЕРУ ЖӘНЕ ӘЛЕУМЕТТІК-МӘДЕНИ ОРТАҒА БЕЙІМДЕЛУІ

С.К. Ахтанова

П.ғ.к., доцент, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ.

А. Зархумар

Магистрант, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ.

Бүгінгі ғаламданған білім беру кеңістігінде шетелдік студенттердің жаңа білім беру және әлеуметтік-мәдени ортаға бейімделуі маңызды мәселеге айналды. Жаңа ортаға кірген студенттер үшін академиялық міндеттерді орындау ғана емес, әлеуметтік, мәдени және психологиялық трансформация да қажет. Бұл мақалада бейімделу ұғымының теориялық негіздері қарастырылып, әлеуметтік және мәдени бейімделудің ерекшеліктері талданады. Сонымен қатар, шетелдік студенттердің тілдік құзыреттілік, әлеуметтік қолдау, мәдени қашықтық және араласу деңгейі арқылы бейімделу жолдары зерттеледі. Жүргізілген талдаулар көрсеткендей, табысты бейімделу студенттердің академиялық жетістігі мен психологиялық әл-ауқатының негізін құрайды, ал бейімделудің кешігуі оқуға және әлеуметтік интеграцияға кері әсер етіп, студенттің жаңа ортаға тиімді кірігуін қиындатады.

Түйін сөздер: шетелдік студенттер, бейімделу, әлеуметтік бейімделу, мәдени бейімделу, жоғарғы білім, халықаралық тәжірибе.

Кіріспе.

Халықаралық білім беру ағымдарының жоғарылауы шетелдік студенттер үшін жаңа мүмкіндіктер ғана емес, сонымен қатар маңызды қиындықтарды да алып келеді. Студенттер өз елінен тыс ортада өмір сүріп, оқу міндеттерін орындаумен қатар, жаңа мәдени және әлеуметтік талаптарға да жауап беруі тиіс. Тек академиялық адаптация емес, әлеуметтік және мәдени бейімделу де олардың жетістігіне тікелей әсер етеді.

Berry (1997) бейімделуді жаңа мәдени ортаға кірісу кезінде индивидтің әлеуметтік және психологиялық өзгерістерге ұшырауы ретінде сипаттайды [1]. Ward мен Kennedy (1999) болса, әлеуметтік-мәдени бейімделуді жаңа ортадағы күнделікті міндеттерді орындау қабілеті ретінде анықтайды, онда тілдік құзыреттілік, әлеуметтік қолдау және мәдени қашықтық негізгі факторлар болып табылады [2]. Осы тұрғыда, шетелдік студенттердің бейімделу үдерісін зерттеу

академиялық жетістік пен психологиялық әл-ауқатты арттыруға бағытталған жоғары оқу орындарының стратегиясын жетілдіру үшін маңызды.

Кіріспеде атап өтілгендей, бейімделу процесін терең түсіну үшін теориялық негіздер мен әлеуметтік-мәдени контекстті қарастыру қажет. Сонымен қатар, бейімделудің ерекшеліктері нақты мысалдар мен зерттеулер арқылы көрсетіледі.

Бейімделу мәселесі тұлғаның жаңа ортаға кіру кезіндегі әлеуметтік-психологиялық және мәдени трансформациясын сипаттайтын күрделі құбылыс болып табылады. Ғылыми әдебиетте бейімделу тек сыртқы ортаның талаптарына икемделу емес, сонымен қатар индивидтің өз ішкі әлеуетін жаңа орта жағдайында жүзеге асыру қабілеті ретінде қарастырылады [6].

Berry (1997) аккультурациялық модельде бейімделу үдерісін тұлғаның мәдени таңдау стратегияларымен байланыстырады. Интеграция ең оңтайлы модель ретінде қарастырылса, ассимиляция мен сепарация студенттің жаңа ортада толық әлеуметтенуіне кедергі келтіреді [1]. Ward пен Kennedy (1999) еңбектерінде бейімделу әлеуметтік-мәдени және психологиялық аспектілер арқылы қарастырылады [2].

Сондай-ақ, Kim (2001) «Cross-Cultural Adaptation Theory» еңбегінде бейімделуді үздіксіз даму мен өзін-өзі реттеу үдерісі ретінде сипаттап, оны стресс–бейімделу–өсу циклімен байланыстырады. Яғни, шетелдік студенттің әрбір қиындықты еңсеруі оның мәдени және тұлғалық өсуіне ықпал етеді [7].

Қазіргі зерттеулерде мәдени интеллект (Cultural Intelligence – CQ) ұғымы ерекше мәнге ие. Ang және Van Dyne (2015) мәдени интеллекттің когнитивті, мотивациялық және мінез-құлықтық компоненттері шетелдік студенттердің жаңа ортаға бейімделу тиімділігін арттыратынын дәлелдеген [8]. Осы тұрғыдан алғанда, бейімделу тек сыртқы бейімделу реакциясы емес, тұлғаның мәдениетаралық өзара әрекет қабілетінің индикаторы болып саналады.

Жалпы алғанда, теориялық модельдер шетелдік студенттердің бейімделуін тек тілдік немесе әлеуметтік факторлармен шектемей, оны тұлғалық даму, мәдени құндылықтар трансформациясы және когнитивтік икемділік тұрғысынан кешенді қарастыру қажеттігін көрсетеді.

Шетелдік студенттердің әлеуметтік және мәдени бейімделуі көпқабатты құбылыс болып табылады және ол тілдік құзыреттілік, әлеуметтік қолдау және мәдени айырмашылық сияқты факторлардың өзара ықпалымен анықталады [4], [5].

Біріншіден, тілдік орта мен коммуникацияның ерекшелігі маңызды. Тілдік барьер студенттің әлеуметтік байланыс орнатуына, академиялық қатысуына және өзін-өзі көрсетуіне кедергі келтіреді. Anderson (2022) зерттеуінде тілдік құзыреттілік пен мәдени бейімделу деңгейі арасында тікелей корреляция байқалған: ағылшын тілін еркін меңгерген студенттердің академиялық және әлеуметтік интеграциясы едәуір жоғары [6].

Екіншіден, әлеуметтік қолдау мен психологиялық климат бейімделу процесінің шешуші компоненті. Университет тарапынан ұйымдастырылған менторлық бағдарламалар, студенттік қауымдастықтар және мәдени алмасу

клубтары студенттің жаңа ортада өзін қауіпсіз және қабылданған сезінуіне жағдай жасайды [7]. Әлеуметтік байланыстардың болмауы керісінше оқшаулануға, мәдени шок пен академиялық мотивацияның төмендеуіне әкелуі мүмкін.

Үшіншіден, мәдени қашықтық пен құндылықтық айырмашылықтар студенттің бейімделуін күрделендіреді. Хофстеде мәдени өлшемдер теориясына сәйкес, ұжымшылдық пен дарашылдық, билік арақашықтығы және белгісіздіктен қашу деңгейі әр елде әртүрлі, сондықтан студент қабылдаушы мәдениеттің нормаларына біртіндеп икемделуі қажет [8]. Бұл айырмашылықтар тамақтану, оқу әдістері, уақытқа көзқарас және гендерлік рөлдер сияқты салаларда анық байқалады.

Сонымен қатар, студенттің интеракциялық қатысу деңгейі – жергілікті студенттермен араласу, волонтерлік немесе мәдени іс-шараларға қатысу – бейімделудің негізгі көрсеткіші болып саналады [5]. Белсенді қатысу әлеуметтік және мәдени капиталдың қалыптасуына мүмкіндік береді. Бұдан шығатын қорытынды: әлеуметтік және мәдени бейімделу өзара байланысты және бірін-бірі толықтыратын екі процесс. Тиімді бейімделу студенттің эмоционалдық тұрақтылығын қамтамасыз етіп, академиялық нәтижелерін арттырады, ал мәдениетаралық тәжірибе тұлғаның кәсіби және жеке өсуіне ықпал етеді.

Қорытынды.

Шетелдік студенттердің жаңа білім беру және әлеуметтік-мәдени ортаға бейімделуі қазіргі халықаралық білім беру жүйесінің маңызды аспектісі болып табылады. Бейімделу тек академиялық талаптарды орындау емес, сонымен бірге жеке тұлғаның әлеуметтік, мәдени және психологиялық әлеуетін толық көрсетуге мүмкіндік беретін көпқабатты процесс екенін анықтау қажет. Зерттеулер көрсеткендей, табысты бейімделу студенттің жеке ерекшеліктерімен, мәдени және әлеуметтік контекстпен тығыз байланысты. Тұлғалық факторлар, мәдениетаралық дағдылар, әлеуметтік қолдау мен тілдік құзыреттілік бір-бірімен өзара әрекеттесіп, студенттің жаңа ортада өзін қауіпсіз, сенімді және тиімді сезінуіне ықпал етеді.

Әлеуметтік бейімделу студенттің жаңа ортадағы қатынастарын, топтық интеграциясын, мәдени айырмашылықтарға икемделу қабілетін қамтиды. Мәдени бейімделу болса, студенттің жаңа мәдени құндылықтар мен нормаларды қабылдауы, олардың күнделікті тәжірибеге әсерін түсінуі мен қолдануымен анықталады. Бұл екі аспектінің өзара байланысы студенттің академиялық жетістігіне ғана емес, психологиялық әл-ауқаты мен жалпы өмір сапасына тікелей әсер етеді.

Сонымен қатар, бейімделу үдерісі статикалық емес, ол динамикалық процесс болып табылады. Студент жаңа ортаға кірген сәттен бастап жеке тәжірибе жинақтап, әлеуметтік желілер мен мәдени тәжірибелер арқылы өз бейімделу стратегиясын дамытады. Осы тұрғыдан бейімделу – студенттің жеке даму үдерісінің, мәдениетаралық коммуникация қабілеттерінің және әлеуметтік интеграциясының көрсеткіші болып саналады.

Жоғары оқу орындары үшін бұл процеске қолдау көрсету стратегиялық мәнге ие. Адаптациялық бағдарламаларды ұйымдастыру, тілдік және мәдени тренингтер, әлеуметтік қолдау жүйесін құру арқылы студенттерге жаңа ортаға енуін жеңілдету мүмкіндігі беріледі. Бұл тек студенттің жеке дамуына ғана емес, университеттің халықаралық беделін арттыруға, мәдени әртүрлілікті тиімді басқаруға және жалпы оқу процесін жетілдіруге ықпал етеді.

Соңында, шетелдік студенттердің бейімделуін зерттеу халықаралық білім беру саясатында, академиялық жоспарлауда және әлеуметтік интеграция бағдарламаларын құруда маңызды рөл атқарады. Табысты бейімделу студенттің оқу жетістігін арттырып қана қоймай, оның мәдени ашықтығын, әлеуметтік жауапкершілігін және психологиялық тұрақтылығын қалыптастырады. Бұл жағдай жоғары білім беру мекемелерінің стратегиялық мақсаттары мен студенттің жеке өсуінің тоғысуына мүмкіндік туғызады.

Пайдаланылған әдебиеттер

- 1 Berry, J. W. (1997). Acculturation and Adaptation. Handbook of Cross-cultural Psychology.
- 2 Ward, C., & Kennedy, A. (1999). The Measurement of Sociocultural Adaptation. International Journal of Intercultural Relations.
- 3 Muzychenko, Y. (2025). Personality and cross-cultural adjustment: The moderating role of cross-cultural motivation.
- 4 Xiaofang, W. (2025). Sociocultural adaptation of Chinese international students in the United States and its influencing factors. Frontiers in Psychology.
- 5 Gul Raihan, M., & Sandaran, S. (2017). Sociocultural Adaptation Challenges of International Students at a Higher Learning Institution in Malaysia. LSP International Journal.
- 6 Anderson, L. (2022). Language Proficiency and Cross-Cultural Adaptation among International Students. Journal of Global Education Studies.
- 7 Kim, Y.Y. (2001). Becoming Intercultural: An Integrative Theory of Communication and Cross-Cultural Adaptation. Sage Publications.
- 8 Ang, S., & Van Dyne, L. (2015). Handbook of Cultural Intelligence. Routledge.

**ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ
ТЕХНОЛОГИЯЛАР**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ОТРАСЛЬ
ТЕХНОЛОГИИ**

**TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES
OF THE INDUSTRY**

SRSTI 67.23.17

ADVANCED TECHNOLOGIES AND METHODOLOGICAL APPROACHES FOR VIBROACOUSTIC CONTROL AND STRUCTURAL HEALTH MONITORING IN CONSTRUCTION

Sh.Zh. Zharassov

PhD, Senior Lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

Ye.B. Utepov

PhD, Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

A.K. Aldungarova

PhD, Associate Professor, Dean of the School of Engineering, International Educational Corporation, Almaty

This study presents a comprehensive technological and methodological framework for vibroacoustic monitoring and diagnostic assessment of building structures. The research investigates the physical principles of structural vibration and acoustic response, develops mathematical models of wave propagation in construction materials, and identifies key diagnostic parameters that are highly sensitive to early-stage defects. A systematic methodology for data acquisition is proposed, including sensor selection criteria, measurement procedures, calibration techniques, and algorithms for processing and interpreting vibroacoustic signals.

Experimental studies were conducted on a monolithic reinforced concrete structural element under real operating conditions. Controlled scenarios, including the simulation of cracks, load variations, and near-resonant excitations, enabled the acquisition of representative vibroacoustic data. The recorded signals were analyzed using spectral, time-frequency, and statistical methods to reveal characteristic patterns and deviations indicative of structural anomalies. Comparative analysis with regulatory criteria and numerical models provided a reliable basis for diagnosing defects and evaluating the technical condition of the building element.

The practical significance of the proposed methodology lies in its ability to detect subtle structural changes at an early stage, improve the reliability of engineering decisions, and support the transition from periodic inspections to continuous monitoring. The integration of vibroacoustic data with digital platforms and BIM environments enhances the visibility of structural performance and facilitates informed maintenance planning across the entire life cycle of a building.

The findings demonstrate significant potential for further development, particularly in the areas of artificial-intelligence-based diagnostics, creation of digital twins, and real-time online monitoring systems. These directions open new

opportunities for predictive maintenance, automated defect recognition, and advanced structural health monitoring of modern buildings and critical infrastructure.

Key words: Vibroacoustic Monitoring, Structural Health Assessment, Signal Processing Algorithm, Reinforced Concrete Structures, Digital Twin Technologies.

Introduction.

In modern practice, enhancing the reliability and safety of buildings and civil engineering structures has become one of the key priorities of the construction industry. Increasing urban density, the growing complexity of architectural designs, and the introduction of new materials and technologies require the use of more accurate and responsive methods for assessing the technical condition of structural systems. Traditional approaches—such as visual inspection, conventional instrumental diagnostics, and periodic testing—often fail to detect hidden defects in a timely manner and do not provide sufficient capability for predicting potential failure scenarios [1].

Against this background, vibroacoustic monitoring has emerged as one of the most promising techniques for structural assessment. This method is based on the registration of vibrations and acoustic signals generated by external loads or by internal processes occurring within construction materials. The vibroacoustic response of a structure contains essential information regarding its integrity, stiffness, the presence of cracks, delamination, and other hidden forms of damage that cannot be identified visually.

The growing relevance of this technology is driven by several factors:

1. Increasing requirements for operational safety of buildings and infrastructure. Continuous monitoring systems enable rapid detection of critical changes and help reduce the risk of structural failures.

2. Active integration of digital technologies and the smart-building concept. Vibroacoustic sensors can be seamlessly incorporated into IoT platforms, BIM environments, and digital twin systems, enabling uninterrupted, real-time tracking of structural conditions.

3. The need to monitor aging building stock. A significant portion of the constructed facilities in Kazakhstan and worldwide has been in service for many decades, and vibroacoustic techniques allow early detection of degradation processes.

4. High sensitivity of the method to micro-defects. Even minor changes in stiffness, the emergence of localized damage, or variations in the stress–strain state are immediately reflected in the vibration characteristics of structural elements.

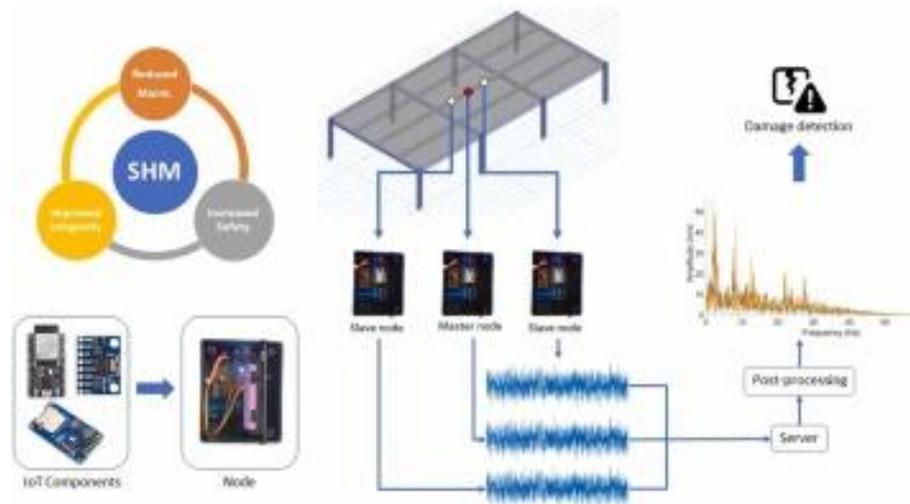


Figure 1. Example of sensor installation and data receiving.

Despite the wide use of classical diagnostic methods, their practical application under modern conditions demonstrates that they no longer fully meet the needs of a rapidly evolving construction industry. This is reflected in a number of systemic limitations that directly affect the accuracy and timeliness of structural condition assessment.

Existing approaches to evaluating the condition of buildings and civil structures—such as visual inspection, periodic instrumental measurements, or localized non-destructive testing—suffer from a number of significant drawbacks that reduce their effectiveness in real operating environments [2].

First, most traditional methods rely on discrete observations, where inspections are performed only on a scheduled basis or in response to visible signs of damage. Such an approach does not allow continuous tracking of gradual structural changes and often results in missing the early stages of defect development.

Second, these techniques are significantly constrained by the human factor: diagnostic quality depends on the inspector's experience, environmental conditions, accessibility of critical zones, and subjective interpretation of results. This limitation is particularly critical for tall, complex, or hard-to-reach structures.

Third, existing diagnostic technologies primarily provide a localized assessment, targeting only specific elements of the structure. They fail to offer a holistic view of the building, including the interaction between structural components and the cumulative effect of operational loads on the system as a whole.

Furthermore, many conventional methods require extensive preparation, equipment shutdown, or partial suspension of facility operation, which increases labor intensity and operational costs. For active buildings and infrastructure, such interruptions significantly reduce the practical applicability of traditional diagnostic approaches.

An additional challenge is the insufficient sensitivity of many instrumental methods to small or hidden defects. Microcracks, early-stage corrosion, or localized material degradation often remain undetected until they evolve into critical damage.

Taken together, these limitations clearly demonstrate the need to modernize existing monitoring practices and complement them with new technologies capable of delivering higher accuracy, responsiveness, and continuity in assessing the condition of civil structures.

These constraints highlight the necessity for a more comprehensive and systematic approach to structural condition assessment. This, in turn, underscores the critical role that structural reliability plays in ensuring the sustainable development of urban environments and the safety of the population.

The reliability of buildings and infrastructure is a fundamental prerequisite for safe operation and directly affects the quality of life. Regardless of their function—residential, industrial, transportation, or public—structures must maintain stability, strength, and serviceability throughout their entire life cycle. Even minor deviations from these parameters can lead to economic losses, risks to human health, and erosion of confidence in engineering solutions.

Contemporary operating environments impose increasingly stringent requirements on structural reliability. Continuous vibrational loads from transportation, mechanical systems, wind and temperature effects, as well as the natural aging of materials, gradually reduce the performance characteristics of structures. Therefore, timely assessment of their condition becomes not merely a technical task, but a critical element of public safety assurance [3].

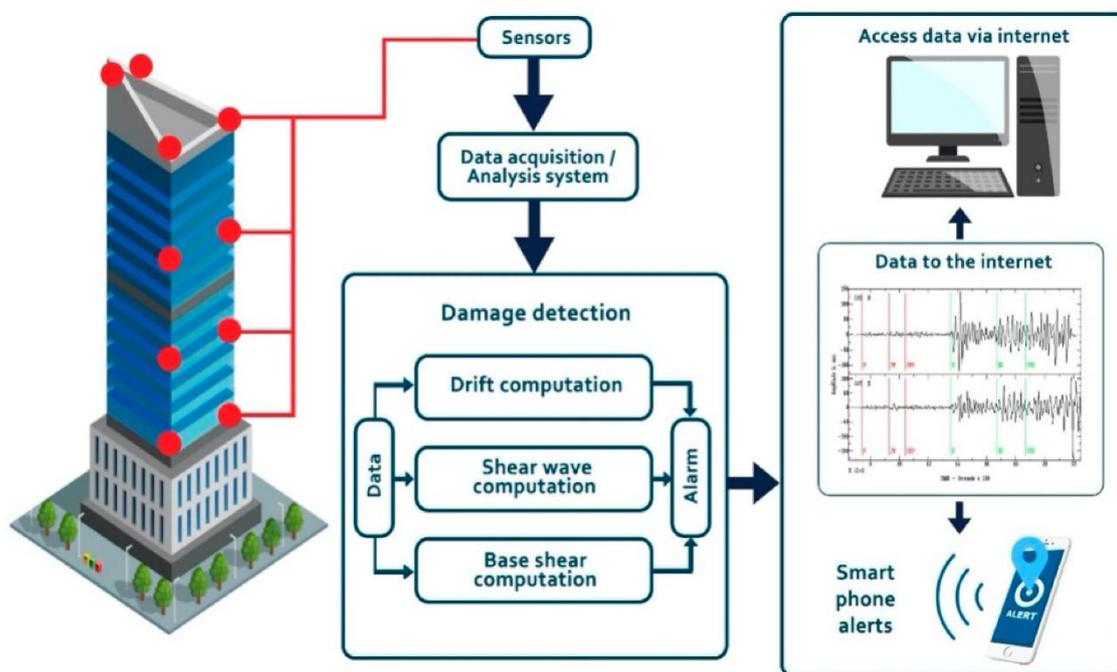


Figure 2. Concept of the sensor monitoring.

The importance of structural reliability becomes especially pronounced in conditions of active urbanization and increasing building density. In such environments, even localized damage to a single structure can trigger cascading consequences that affect adjacent buildings, utility networks, and transportation

infrastructure. This elevates the necessity for monitoring systems capable not only of detecting defects but also of predicting potential changes in load-bearing capacity [4].

In addition, the reliability of structures is closely linked to economic considerations. Repairing and restoring damaged facilities requires substantial financial resources, whereas timely monitoring and early detection of structural changes allow for significant cost optimization and extend the service life of buildings without major expenditures.

Recognizing the central role of reliability and the need for accurate diagnostics makes it evident that existing tools must be supplemented with more advanced technologies. It is within this context that the research problem arises—namely, developing scientifically grounded approaches that enhance the effectiveness of structural condition assessment.

The primary objective of this study is to develop a comprehensive set of technological and methodological solutions that enable accurate, efficient, and continuous evaluation of the technical condition of buildings and structures using vibroacoustic data. This objective includes the development of approaches aimed at increasing the informativeness of monitoring, minimizing the influence of subjective human factors, and ensuring early detection of changes in structural behavior.

To achieve this objective, the study investigates the most significant parameters of the vibroacoustic response of buildings, identifies optimal methods for signal acquisition and processing, and develops procedures for interpreting these signals in order to detect hidden defects. Special attention is given to creating algorithms capable of integrating the collected data into a unified analytical system that is suitable for practical implementation in the construction industry.

Moreover, the study evaluates the effectiveness of modern technological tools—including sensors, measurement systems, and digital platforms—and examines the feasibility of adapting these tools to the operating conditions of various types of structural systems. As a result, the research aims to develop a scientific and methodological foundation that enhances monitoring accuracy and supports the introduction of innovative solutions into structural assessment practice.

Having defined the research aim and the key directions for technological and methodological advancements in vibroacoustic monitoring, it is essential to outline the outcomes that characterize the uniqueness and scientific value of this work. In this regard, the identification of scientific novelty and the contribution of the study to the field is of particular importance.

The scientific novelty of the research lies in the development of an integrated approach to vibroacoustic monitoring of building structures, combining state-of-the-art measurement technologies, advanced signal-processing techniques, and analytical models for structural assessment. The proposed solutions are aimed at obtaining more informative data on the behavior of construction materials under operational loads, thereby expanding the capabilities of existing diagnostic technologies.

A notable element of novelty is the formulation of a methodology that interprets the vibroacoustic response of a structure not as an isolated phenomenon, but as part of a comprehensive dynamic system. This perspective enables more accurate detection of

hidden defects, early-stage damage, and variations in stiffness characteristics. Additional scientific value is provided by the development of algorithms for analyzing spectral and temporal parameters of vibration signals, tailored to the specific behavior of various types of building structures.

The expected contribution of this study involves the creation of scientifically substantiated recommendations for improving the efficiency of structural monitoring. The results may be used in the development of new regulatory requirements, the enhancement of technical inspection systems, and the implementation of digital technologies for structural condition assessment. In practical terms, the proposed solutions improve diagnostic accuracy, reduce the operational costs of building maintenance, and ensure a higher level of safety within urban infrastructure.

Furthermore, the study lays the theoretical foundation for the future development of intelligent monitoring systems capable of integrating vibroacoustic data with digital building models, machine learning tools, and predictive analytics. This opens new perspectives for managing the life cycle of structures and advancing the concept of smart engineering infrastructure.

Review of literature and existing methods.

International practice demonstrates that vibroacoustic monitoring systems constitute an important component of the Structural Health Monitoring (SHM) concept, which is widely used to assess the technical condition of engineering structures. In leading countries such as the United States, Japan, EU member states, South Korea, and China, SHM technologies have become a standard tool for evaluating the reliability of bridges, high-rise buildings, dams, stadiums, and other critical infrastructure facilities [5].

In the United States, vibroacoustic monitoring is actively employed in the operation of bridges and transport infrastructure. The national FHWA program provides for the installation of networks of high-sensitivity sensors that record changes in the vibration characteristics of structures under natural loads and external influences. These data are integrated into centralized analysis systems, enabling the prediction of defect development long before any visual signs of damage appear.

In Japan, where structures are exposed to strong seismic effects, vibroacoustic methods are applied as part of comprehensive early warning systems. High-rise buildings, dense residential districts, and industrial complexes are equipped with sensors that allow the dynamic behavior of structures to be tracked following earthquakes, thereby determining the degree of damage and the need for evacuation or repair.

European countries also demonstrate high standards of SHM implementation. In Italy, Germany, and the United Kingdom, vibroacoustic technologies are used for monitoring historical structures, tunnels, and sports facilities. The main emphasis is placed on long-term analysis of changes in structural integrity, which helps to preserve architectural heritage and ensure the safety of mass events.

In China and South Korea, rapid development of smart infrastructure is observed, including networks of autonomous vibroacoustic sensors, IoT modules, wireless data transmission systems, and artificial intelligence components. Such

systems enable real-time monitoring and provide high diagnostic accuracy even for complex and large-scale structures.

International experience shows that the successful implementation of vibroacoustic SHM is made possible by combining modern sensor technologies, advanced data-processing algorithms, and digital platforms. These solutions support efficient management of structural safety, extend service life, and reduce operational costs. As a result, a global trend is emerging toward a transition from episodic diagnostics to continuous, intelligent structural monitoring [6].

Global practice demonstrates the high potential of vibroacoustic technologies, and the diversity of applied approaches underlines the need for a comprehensive understanding of how a structural monitoring system is formed. In this context, particular attention is paid to the key methods and tools that form the core of modern monitoring technologies.

Contemporary monitoring systems for building structures are based on a set of methods that enable the acquisition and analysis of data on structural behavior under various loads. One of the central elements is dynamic analysis, which considers the structure as an assembly of interconnected components responding to external and internal actions. Variations in natural frequencies, mode shapes, and amplitude characteristics serve as sensitive indicators of structural damage or changes in material stiffness [7].

A crucial role is also played by spectral analysis, which makes it possible to assess the frequency content of vibration signals. Based on the spectral characteristics, one can identify anomalies associated with local defects, delamination, loss of connectivity, or load redistribution. The application of modern algorithms, such as the Fast Fourier Transform and wavelet analysis, ensures high accuracy of data processing and allows subtle changes to be detected even under low vibration levels.

A third important component of monitoring systems is the use of vibration sensors, which provide data acquisition with the required accuracy. Modern sensors are characterized by high sensitivity, low noise, and the capability for long-term autonomous operation. They are installed on key structural elements—beams, columns, floor slabs, foundation blocks—and record the dynamic response of the structure in real time or at predefined intervals.

The integration of data obtained through dynamic analysis, spectral methods, and sensor measurements makes it possible to form a holistic picture of the structural condition. As a result, construction and operating organizations gain the ability to detect deviations from normal behavior at an early stage, forecast defect development, and make informed decisions on repair or strengthening based on objective data rather than visual judgement alone.

The combined application of dynamic analysis, spectral methods, and data from vibration sensors provides a robust foundation for structural monitoring. However, to reveal internal processes that remain inaccessible even under detailed vibration studies, an additional highly informative method is employed—acoustic emission [8].

Acoustic emission (AE) technologies represent one of the most sensitive non-destructive testing methods, capable of capturing microscopic processes occurring

within construction materials at the moment they arise. Unlike vibration-based methods, which analyze the response of a structure to external loads, acoustic emission detects energy released by local internal defects and damage mechanisms, making it particularly valuable for early warning of potential loss of structural capacity.

The principle of AE monitoring is based on the registration of short, transient elastic waves generated by crack initiation, delamination, localized slip, and other structural transformations in concrete, steel, or composite elements. These impulses propagate through the material and are captured by high-sensitivity transducers, enabling not only the detection of a defect's occurrence but also assessment of its intensity, nature, and potential risk.

The acoustic emission method is widely applied in monitoring critical structural systems, including bridges, high-pressure vessels, long-span buildings, high-rise structures, and facilities subjected to cyclic loading. AE is especially effective for monolithic reinforced-concrete structures, where traditional diagnostic techniques often fail to detect micro-damage within deep material layers.

One of the key advantages of the AE method is its ability to operate in real time, which makes it indispensable for continuous monitoring systems. Moreover, AE technology allows for the localization of the acoustic event source and the assessment of its temporal evolution, greatly facilitating decision-making regarding repair or preventive measures.

Although acoustic emission technologies significantly expand the capabilities of structural diagnostics, they represent only one component of a comprehensive monitoring system. To assess the need for modern vibroacoustic solutions, it is essential to critically examine the traditional examination methods that still form the foundation of engineering practice.

Traditional diagnostic methods for building structures—visual inspections, localized instrumental measurements, and periodic testing—have long been considered adequate to ensure operational safety. However, with the advancement of the construction industry, increased architectural complexity, and higher reliability requirements, a number of fundamental limitations of these methods have become evident [9].

A major drawback is the limited informativeness of visual inspection. Surface examination can reveal only obvious defects, whereas deep cracks, internal damage, or changes in the physical–mechanical properties of materials remain undetected until the damage reaches a critical stage.

Another significant issue is the low inspection frequency. Because traditional assessments are performed according to a fixed schedule or when damage is suspected, they do not allow continuous tracking of structural changes. Under constant operational loads, such temporal gaps create the risk of missing early phases of deterioration.

Traditional tools are also inherently localized: they capture the condition of only individual sections or elements, which does not provide a holistic understanding of the behavior of the structure as a whole. This limitation is especially critical for large structures, where the malfunction of a single component may affect adjacent sections.

The impact of human factors should not be underestimated. The results of visual and instrumental assessments often depend on the specialist's experience, accessibility of structural zones, equipment quality, and subjective interpretation of data. This reduces repeatability and complicates the analysis of long-term structural behavior.

Furthermore, many traditional diagnostic methods require temporary shutdowns, workspace preparation, or partial removal of finishing materials. These procedures increase inspection costs and may cause inconvenience to building occupants.

Taken together, these limitations demonstrate that although traditional approaches remain important components of structural oversight, they no longer provide the necessary completeness and responsiveness of diagnostics. This reinforces the need for modern vibroacoustic and intelligent monitoring systems capable of continuous observation and in-depth analysis of the condition of building structures.

Theoretical foundations of vibroacoustic control.

The vibrational and acoustic behavior of building structures is governed by fundamental laws of mechanics and wave propagation that describe how materials respond to external and internal influences. When a structure is subjected to operational, dynamic, or impulsive loading, it begins to exhibit vibrational motion whose characteristics reflect its current technical condition.

The foundation of the vibrational response lies in the phenomenon of natural oscillations. Every structural element—whether a beam, column, floor slab, or spatial system—possesses a set of natural frequencies and corresponding mode shapes. These parameters characterize the distribution of stiffness, mass, and connectivity among structural components. Even minor changes in material integrity, such as the appearance of a crack or a reduction in strength, cause shifts in natural frequencies and alterations in amplitude characteristics. This makes vibration an effective indicator of structural condition.

The acoustic response is associated with the propagation of elastic waves within construction materials. When a localized event occurs—such as an impact, microcrack formation, or stress redistribution—acoustic waves are generated within the material. These waves travel through the structure at a speed determined by its homogeneity and physical–mechanical properties. Variations in wave velocity or waveform shape signal the presence of internal inhomogeneities or damage.

An important physical aspect is damping, the structure's ability to absorb and dissipate vibrational energy. The damping ratio depends on the material, geometry, and overall structural condition. Increased damping may indicate the development of delamination, deterioration of connections, or reduced stiffness, whereas decreased damping is often associated with loss of contact or discontinuities between structural components.

Of particular significance are the processes of wave interaction with boundaries between structural elements. Waves undergo reflection, refraction, and interference as they pass through joints, regions of changing cross-section, or material heterogeneities. Analysis of these effects enables the localization of defect sources and the assessment of their magnitude.

While an understanding of the physical mechanisms of vibration and acoustic response provides a conceptual basis for signal interpretation, it is insufficient for quantitative assessment of structural condition. To relate measurable parameters to actual changes within the material, a rigorous mathematical framework describing wave behavior in construction media is required.

Mathematical modeling of wave propagation plays a central role in the analysis of vibroacoustic processes, as it enables the description of structural behavior under various types of loading and facilitates the identification of deviations associated with defects and material discontinuities. The foundation of such models lies in differential equations that govern the dynamics of elastic media.

The classical model applied to construction materials is the wave equation, which relates stress, strain, and wave propagation velocity. This equation allows the prediction of how acoustic signals travel through concrete, steel, brickwork, and composite systems, taking into account material properties such as density, elastic modulus, and Poisson's ratio.

When modeling multilayered or heterogeneous structures, anisotropic elasticity models are employed, since the mechanical properties of such systems depend on the direction of wave propagation. These models are essential for accounting for the behavior of precast reinforced concrete elements, sandwich panels, and advanced architectural composites.

For evaluating the response of real structures—where geometry is complex and material properties are spatially variable—numerical methods such as the Finite Element Method (FEM) and the Finite Difference Method (FDM) are widely used. FEM enables the discretization of a structure into individual elements and allows simulation of wave propagation through regions with varying stiffness, cracks, voids, or inclusions. This approach provides high computational accuracy and is widely applied in the design of monitoring systems for complex infrastructure.

A particularly important aspect of diagnostics is the analysis of wave dispersion, that is, the dependence of wave propagation velocity on frequency. Dispersion characteristics make it possible to identify changes in material structure, such as cracking, delamination, and weakened zones. Models account for surface, bulk, and guided wave effects, enhancing sensitivity to even minor defects.

To further improve diagnostic precision, contemporary research increasingly employs wavefield inversion, which reconstructs the internal structure of the material based on measured acoustic or vibrational responses. These techniques rely on numerical optimization algorithms and enable early-stage defect detection by generating a detailed map of internal damage.

While mathematical modeling provides a rigorous framework for predicting structural behavior, practical diagnostics rely on measurable characteristics of vibration and acoustic signals. To support accurate interpretation of monitoring data, it is essential to identify the key parameters most sensitive to changes in the condition of construction materials.

Vibroacoustic analysis is based on the study of vibration parameters that characterize the dynamic behavior of building structures and enable the detection of

both large-scale and microscopic changes within their structural systems. Among the most informative characteristics are the frequency spectrum, amplitude indicators, resonance frequencies, and damping properties of the structure.

The frequency spectrum represents the distribution of vibration energy across frequencies. Its structure makes it possible to identify anomalies associated with damage, loss of connectivity, or changes in element stiffness. Shifts in spectral peaks or the emergence of new harmonics often indicate the initiation of localized defects or changes in the operating conditions of the structure. Owing to its high sensitivity to structural alterations, spectral analysis forms the basis of most diagnostic algorithms.

The vibration amplitude characterizes the intensity of the vibrational response and reflects the structure's ability to react to external loads. Increases in amplitude within specific frequency ranges may signal stiffness reduction, crack development, or weakening of connections. Conversely, abnormally low amplitude values can indicate loss of contact surfaces or delamination of structural components. Amplitude analysis is particularly important when assessing mechanical integrity and the operational suitability of the structure.

Resonance frequencies are among the most sensitive indicators of structural condition. Every structure possesses a unique set of natural frequencies that change whenever structural disturbances occur. Even microscale damage can produce relatively small, yet diagnostically meaningful, shifts in resonance frequencies. Comparing measured resonance values with baseline data allows early detection of degradation processes in load-bearing elements.

Damping characterizes the ability of a material or structure to absorb and dissipate vibrational energy. This parameter is especially important for detecting hidden weakened zones, internal discontinuities, or degradation of interlayer bonds. Increased damping may indicate the presence of cracks or damage causing energy dissipation, while reduced damping often signifies loss of contact between elements or deterioration of fastenings.

A comprehensive analysis of these parameters provides an objective representation of the structural condition and enables early detection of abnormalities. It is the combined use of spectral, amplitude, and resonance characteristics that ensures the high accuracy and reliability of vibroacoustic monitoring of building structures.

Identifying the key vibroacoustic parameters forms the basis for diagnostics; however, the measured signals themselves require advanced mathematical transformations. In practical applications, the data are affected by various types of noise, irregularities, and complex structures, making effective signal processing a critical stage in the assessment of structural condition.

The processing of vibroacoustic signals is a central component of diagnostics because it enables the conversion of raw measurements into informative indicators suitable for engineering interpretation. Among the numerous existing approaches, two of the most widely used and effective methods are the Fast Fourier Transform (FFT) and wavelet analysis, each offering distinct advantages and areas of application.

The Fast Fourier Transform (FFT) is a classical tool for extracting the frequency content of a signal. This method decomposes a complex vibrational response into a set

of harmonic components and determines the frequency ranges in which the vibration energy is concentrated. The application of FFT provides high computational speed and analytical convenience, making it indispensable for real-time vibration monitoring. It is particularly effective for detecting changes in spectral characteristics associated with stiffness degradation, defect formation, or alterations in the structural operating conditions.

However, FFT has a notable limitation: it treats all segments of the signal uniformly, which complicates the analysis of nonstationary processes that are typical for real building structures. In such cases, a method capable of capturing temporal variability in the signal is required.

Such a tool is wavelet analysis, which represents vibroacoustic data simultaneously in the time and frequency domains. Unlike the Fourier transform, wavelets enable the localization of short-duration anomalies and the detection of phenomena that appear only within specific time intervals. This makes the method particularly valuable for analyzing transient dynamics, impulsive events, microcrack formation, and other nonstationary processes.

Wavelet analysis allows the extraction of signal features across multiple scales, providing a multiresolution representation of vibrational data. This approach helps identify early indicators of structural degradation that may remain undetected when using purely spectral methods.

The combined application of FFT and wavelet transforms offers the most comprehensive understanding of the dynamic behavior of structural systems. The former provides a generalized frequency-domain picture, while the latter reveals the detailed temporal evolution of events. Together, they produce a multidimensional set of diagnostic features that enables highly accurate and reliable detection of structural abnormalities.

Methodological support for the study.

The development of a methodology for measuring vibroacoustic parameters is a crucial stage in establishing a reliable monitoring system for building structures. The accuracy of diagnostics, the reproducibility of results, and the depth of analysis of a structure's dynamic behavior all depend on the proper selection of measurement procedures, signal acquisition conditions, and equipment settings.

At the initial stage, the objective of the measurements is defined. This objective may include assessing the overall condition of the structure, detecting early-stage defects, monitoring specific high-stress zones, or analyzing structural behavior under operational loads. A clearly formulated objective enables the determination of data resolution requirements and the appropriate frequency range for measurements.

The next step is the selection of measurement points, which must ensure maximum informativeness. Their placement is determined by the structural scheme of the building, the likely paths of vibration propagation, and the zones most sensitive to external loads. Proper selection of measurement locations ensures data representativeness and reduces the influence of localized vibrations unrelated to the actual structural condition.

Special attention is given to the definition of signal acquisition modes. An effective methodology must account for the nature of dynamic actions: periodic loads, random vibrations, equipment-induced oscillations, or external environmental influences. Depending on operating conditions, the sampling frequency, recording duration, and filtering algorithms are selected. These parameters must provide adequate signal detail without generating excessive or redundant data.

An essential component of the methodology is the choice of calibration procedures. Prior to measurements, it is necessary to verify sensor sensitivity, the accuracy of data acquisition equipment, and the stability of the mounting platform. Calibration minimizes systematic errors and ensures comparability of data collected at different stages of monitoring.

To improve measurement quality, measures for noise and interference reduction are developed. These include selecting optimal observation times, shielding sensors from wind or extraneous mechanical vibrations, and applying digital filters. Such measures are particularly important in urban environments, where vibroacoustic signals are often overlapped by background noise.

The final stage involves the creation of a measurement protocol, which includes the operator's workflow, equipment installation procedure, checklists, and a standardized data recording format. Such a protocol ensures process standardization, which is especially important for long-term monitoring and comparative studies.

The developed measurement methodology provides the foundation for obtaining reliable vibroacoustic data, which are essential for effective analysis, timely detection of anomalies, and accurate interpretation of the technical condition of building structures.

The developed measurement methodology establishes the requirements for obtaining high-quality vibroacoustic data; however, for practical application, it is necessary to construct a coherent technological framework. A clearly structured monitoring algorithm ensures systematic implementation and enhances the reliability of structural condition assessment.

The algorithm for conducting vibroacoustic monitoring represents a sequence of stages aimed at obtaining objective information about the technical condition of a structure and performing its subsequent analysis. This sequence standardizes the monitoring process and ensures the reproducibility of results during both single inspections and long-term observation.

The first stage is the preparatory phase, which includes the study of design documentation, collection of operational information, identification of potentially vulnerable zones, and the formulation of monitoring tasks. At this stage, the characteristics of the structural system, load distribution patterns, and potential vibration sources are clarified, enabling the adaptation of subsequent procedures to the specific features of the object.

The next stage involves the installation of measurement equipment at the predetermined control points. Sensors are mounted in a manner that ensures reliable contact with the structural surface and minimizes the influence of external

disturbances. Installation is accompanied by checks of equipment operability and the correctness of data transmission to the recording system.

Following equipment placement, vibroacoustic signal acquisition is performed. Data may be collected under natural operating conditions or during the application of controlled static or dynamic loads. It is essential to ensure stable recording parameters, including sampling frequency, observation duration, and filtering settings.

The captured data undergo preliminary processing, which includes noise filtering, extraction of informative signal components, and parameter normalization. This improves data quality and reduces the influence of random disturbances.

The subsequent stage involves analytical data processing, including the calculation of diagnostic parameters, spectrum construction, identification of resonance frequencies, damping evaluation, and other characteristics. Advanced analytical methods are used to identify deviations from the baseline structural condition.

The results are then compared with regulatory requirements, numerical models, and historical monitoring records, allowing the formation of an objective conclusion regarding the condition of the structure. If anomalies are detected, additional localization of potential defects and assessment of their significance is performed.

The final stage of the algorithm is the preparation of a report and operational recommendations, which may include the need for additional inspections, repair or strengthening measures, and proposals for adjusting the monitoring frequency.

This structured sequence ensures the reliability of control and enables rapid response to any changes in structural behavior, making vibroacoustic monitoring an effective tool for engineering diagnostics.

After defining the general monitoring sequence, it becomes necessary to ensure maximally accurate and representative data collection. The effectiveness of vibroacoustic diagnostics depends not only on the methodology and algorithm but also on the proper selection of equipment and its placement. Therefore, an important step is the development of criteria for selecting optimal sensors and control points.

The selection of sensors for vibroacoustic monitoring requires consideration of multiple factors related to the characteristics of the structural object and its operating conditions. The type of sensor must correspond to the expected frequency range, vibration type, and anticipated vibration levels. For low-frequency processes, highly sensitive accelerometers are preferable, whereas high-frequency piezoelectric sensors are used for recording local, short-duration impulses. Other important parameters include noise suppression capability, response linearity, and equipment durability.

Operating conditions must also be taken into account. Sensors must remain functional under temperature fluctuations, vibrations from mechanical systems, dust, moisture, and mechanical impacts. In some cases, protected or hermetically sealed sensors are required for long-term use in harsh environments. For continuous monitoring, devices with low power consumption or autonomous operation capabilities are preferred.

The selection of measurement locations is based on the need to ensure maximum informativeness. This requires analysis of the structural layout: elements carrying

primary loads, areas with an elevated risk of defect formation, stress concentration regions, and transition zones between stiff and more flexible components. Measurement points are positioned to reflect both the local condition of individual nodes and the global behavior of the structure.

Special attention must be given to the placement of sensors relative to the primary paths of vibration propagation. Incorrect positioning may lead to reduced sensitivity or signal distortion. Therefore, sensors are installed in locations where the vibroacoustic response is most pronounced: on load-bearing elements, at the tops of columns, along slab edges, and at joints and connection nodes. For complex structures, a symmetrical sensor layout is often applied, allowing comparative analysis of responses across different regions of the structure.

An important criterion is the repeatability of measurements. Measurement points must remain accessible for maintenance and for reinstallation of equipment during scheduled inspections. For long-term monitoring, preference is given to stationary systems that maintain a constant measurement geometry.

Even with an optimal choice of sensors and well-designed placement of measurement points, the quality of monitoring largely depends on the stability and accuracy of the measurement equipment. To ensure the reliability of vibroacoustic data, thorough equipment calibration is essential, eliminating systematic errors and establishing correct operating parameters.

Calibration is a mandatory stage in preparing a vibroacoustic monitoring system and aims to guarantee measurement accuracy, data comparability, and proper operation of all system components. The procedure includes testing sensor sensitivity, configuring the recording equipment, and verifying the stability of system characteristics under different operating conditions.

The process begins with factory calibration, performed by the manufacturer. This establishes baseline parameters such as sensitivity, frequency response, and linearity of the sensor. However, using the sensor on a specific structure requires additional verification tailored to the environmental conditions and expected measurement range.

The next stage is bench calibration, performed prior to installation. Vibration stands or acoustic generators producing reference signals with known characteristics are used for this purpose. Comparing the reference response with the measured one enables the determination of correction coefficients and identification of potential equipment deviations.

For sensors installed directly on structural elements, field calibration is conducted to account for operational conditions. Test measurements are performed under controlled loads—small impact impulses, vibrations from standard service loads, or low-frequency structural excitation. These procedures help adjust sensor parameters to reflect the actual stiffness and damping properties of the structure.

Particular attention is given to regular verification of sensor stability, since sensitivity may change over time due to environmental influences—temperature fluctuations, humidity, or mechanical stresses. Periodic control measurements and

comparison with reference values ensure timely identification of deviations, prompting recalibration or sensor replacement if necessary.

Another essential component is calibration of the recording equipment—amplifiers, analog-to-digital converters, and communication modules. Their correct operation ensures signal integrity, stable noise levels, and synchronous data acquisition across all sensors.

The combined application of these calibration methods establishes a robust measurement system that ensures high accuracy and reproducibility of vibroacoustic data. This forms the basis for correct interpretation of results and enhances the effectiveness of structural monitoring.

After calibration and configuration of measurement procedures, the monitoring system generates large volumes of vibroacoustic data that, by themselves, do not provide a clear picture of structural condition. Therefore, the next key stage is signal interpretation—a process that converts numerical data into engineering-relevant conclusions regarding the presence and nature of defects.

Interpretation of vibroacoustic signals encompasses a set of analytical procedures aimed at identifying deviations in dynamic behavior relative to normal structural performance. The primary task at this stage is to detect changes in signal characteristics that may indicate damage, loss of connectivity, or material degradation.

The first approach is comparative analysis, based on comparing current vibration parameters with baseline or historical data. Even minor discrepancies in frequency, amplitude, or temporal characteristics may indicate microdamage or changes in the stress–strain state. This approach is particularly effective in long-term monitoring, where extensive datasets allow tracking the evolution of structural behavior.

Another important method is anomaly detection, which focuses on identifying unusual events or signal fragments that deviate from typical structural behavior. Classification, filtering, and segmentation algorithms are used to isolate transient impulses, dynamic transitions, or energy bursts characteristic of crack formation or localized damage.

A significant component of interpretation is damage-source localization, achieved through time-delay analysis, spatial amplitude distribution, or correlation between signals recorded at different measurement points. These methods make it possible to determine the defect's location, depth, and severity.

To improve diagnostic accuracy, damage recognition models based on pattern recognition and machine learning are increasingly employed. Classification and regression algorithms automatically identify characteristic patterns associated with specific defect types—delamination, cracking, stiffness loss, or loosening of connections. These methods help reduce human influence and automate decision-making.

An important element of interpretation is multilevel data integration, which combines vibration, acoustic, temperature, and strain measurements. This holistic approach enables detection of correlated changes and more accurate assessment of structural condition.

Thus, signal interpretation is not merely a mathematical procedure, but an intelligent analytical process aimed at defect detection, evaluation of their significance, and prediction of future development. It enables the transition from measurement to engineering decision-making, making vibroacoustic monitoring a comprehensive tool for ensuring the reliability of building structures.

Technological support for vibroacoustic monitoring.

The effectiveness of vibroacoustic monitoring of building structures largely depends on the quality and technical characteristics of the equipment used. Modern monitoring systems employ a wide range of sensors, each performing a specific function depending on the type of vibrations, frequency range, and required measurement accuracy. Among the most commonly used devices are vibration sensors, accelerometers, and acoustic sensors, which collectively ensure comprehensive recording of dynamic processes within the structure.

Vibration sensors are used to measure the oscillatory behavior of structural surfaces. They record micro-displacements that occur under operational and external loads and enable the assessment of changes in the behavior of load-bearing components. Vibration sensors offer high sensitivity to small amplitudes and operate over a wide frequency range, making them a versatile tool for monitoring both massive and thin-walled structural elements.

Accelerometers are designed to register accelerations generated during vibrational processes. This type of sensor is widely used to evaluate the dynamic response of a structure and detect changes in its inertial characteristics. Accelerometers are particularly effective for monitoring large-scale structures—such as bridges, towers, and high-rise buildings—where it is essential to capture vibrations at multiple locations and under various types of loading, including wind-induced and seismic excitation. Their high accuracy and resistance to overloads make them suitable for intensive operating environments.

Acoustic sensors are employed to detect elastic waves propagating within the structural material. They record acoustic impulses generated by the initiation of localized defects, microcracks, or internal damage, making them indispensable for identifying processes that are inaccessible to visual inspection or purely vibration-based monitoring. Acoustic sensors are characterized by high frequency sensitivity and the ability to capture short-duration events, which often represent the earliest indicators of structural degradation.

Table 1. Acoustic Acceptance Criteria in Construction.

Parameter	Typical Acceptance Range	Measurement Method	Structural Element	Engineering Interpretation
Background Noise Level (dB)	25–45 dB (residential); 35–55 dB (commercial)	Sound level meter (SLM)	Rooms, halls, corridors	Higher values indicate poor acoustic insulation or excessive mechanical noise.

Impact Sound Level $L_{n,w}$ (dB)	≤ 55 dB (high-performance floors); ≤ 60 dB (standard)	Tapping machine + SLM	Floor slabs, inter-floor structures	Excessive impact transmission suggests insufficient damping or lightweight flooring issues.
Airborne Sound Reduction R_w (dB)	≥ 50 dB (walls); ≥ 55 dB (floors)	Loudspeaker source + SLM in two rooms	Partition walls, façade elements	Low R_w values indicate leakage paths, weak junctions, or insufficient wall mass.
Vibration Acceleration (mm/s^2)	≤ 0.30 mm/s^2 (office); ≤ 0.50 mm/s^2 (residential)	Accelerometers	Slabs, beams, floor systems	Elevated vibrations may indicate dynamic instability, mechanical equipment influence, or structural looseness.
Natural Frequency (Hz)	5–10 Hz (bridges); 8–15 Hz (floors)	FFT-based modal testing	Whole structure, slabs	Deviations from design values signal stiffness loss or structural degradation.
Damping Ratio (%)	2–7% for concrete; 1–3% for steel	Logarithmic decrement method	Main load-bearing elements	Reduced damping suggests cracks, loosened joints, or material deterioration.
Acoustic Emission Count (hits/s)	≤ 5 hits/s (normal); >15 hits/s (alert)	AE sensors	Concrete, steel joints	Increased AE activity indicates microcrack growth or localized damage.
Peak Acoustic Energy (a.u.)	Stable baseline; sudden spikes \rightarrow defect	AE waveform analysis	Critical nodes, supports	High-energy events reflect crack propagation or sudden stress release.
Wave Propagation Velocity (m/s)	Concrete: 3500–4500 m/s; Brick: 1500–2500 m/s	Ultrasonic pulse velocity	Walls, columns, beams	Lower velocity indicates voids, delamination, or reduced material density.
Reverberation Time RT_{60} (s)	0.4–0.8 s (offices); 1.0–2.0 s (halls)	Impulse response method	Rooms, halls	Excessive RT reduces speech clarity; low RT indicates over-damping.

The combined use of vibration sensors, accelerometers, and acoustic sensors makes it possible to construct a multiparametric model of structural behavior. Each type of equipment complements the others by capturing different aspects of the dynamic response, thereby enabling precise, objective, and timely detection of abnormalities. It is the integration of these devices that ensures the effectiveness and high diagnostic value of modern vibroacoustic monitoring systems.

Although high-precision sensors provide detailed information about the vibroacoustic condition of a structure, signal acquisition itself represents only the initial stage. For the collected data to be promptly processed, analyzed, and used for engineering decision-making, a reliable infrastructure for data collection and transmission is required. In modern systems, IoT technologies and wireless communications play a central role.

Contemporary vibroacoustic monitoring systems are increasingly based on Internet of Things (IoT) technologies and wireless networks, which ensure a continuous flow of data from sensors to central processing units. This architecture

enables real-time monitoring even on structures of complex geometry or in hard-to-reach locations.

The IoT approach relies on smart sensor modules that integrate sensors, analog-to-digital converters, and communication interfaces into a single device. These modules can not only record vibroacoustic parameters but also perform preliminary filtering, data compression, and transmission. This reduces the load on data storage systems and improves the energy efficiency of the monitoring infrastructure.

For data transmission, low-power wide-area networks (LPWAN)—such as LoRaWAN, Sigfox, and NB-IoT—are widely used. They enable long-distance communication with minimal power consumption, which is particularly important for sensors installed on bridges, high-rise buildings, and large linear infrastructure. In dense urban environments, these networks provide stable connectivity even in the presence of obstacles and interference.

On facilities with high requirements for data transmission speed, Wi-Fi and 5G technologies are employed, offering high bandwidth and the ability to transmit large volumes of information, including spectrograms, time-series data, and other complex datasets. These solutions are in high demand at industrial sites, where monitoring must account for intense vibrational and acoustic processes.

A critical component of the system is the centralized data collection node, where data are structured, stored, and forwarded to analytical modules. Both cloud platforms and local servers may be used, depending on security requirements and processing speed needs.

IoT-based solutions enable the creation of self-organizing networks, in which each sensor module automatically connects to the system, transmits data, and, when necessary, signals malfunctions or the need for recalibration. This significantly simplifies equipment operation and reduces maintenance costs.

A reliable system for data collection and transmission ensures a continuous flow of information from sensors; however, effective analysis and visualization require a robust digital environment. For this reason, an increasing number of engineering organizations are integrating vibroacoustic monitoring with modern data-management platforms and building information modeling (BIM) tools.

Integration of vibroacoustic monitoring results into digital platforms and BIM environments unlocks new opportunities for analysis, visualization, and structural asset management. Such solutions enable a transition from fragmented measurement data to a unified digital model reflecting the actual technical condition of a structure in real time.

At the core of this integration is the Building Information Model (BIM), which serves as a digital container for storing geometric, operational, and diagnostic information. Vibroacoustic parameters—frequencies, amplitudes, spectra, defect localization—can be associated with specific components of the model, such as beams, columns, slabs, or connection nodes. This ensures clear visualization of the structure's dynamic behavior and facilitates the interpretation of diagnostic results.

Digital platforms provide not only visualization tools but also automated comparison of monitoring data with regulatory thresholds, numerical models, or

historical records. These capabilities are particularly important for forecasting the technical condition of an asset and assessing its remaining service life.

One of the key advantages of digital integration is the possibility of creating digital twins—virtual models that are synchronized with real structures and represent their current performance. Using vibroacoustic monitoring data, a digital twin can simulate defect evolution scenarios, evaluate the effectiveness of repair strategies, and optimize the operational regime of the structure.

Cloud-based platforms play an equally important role by enabling centralized data storage, processing, and access. Engineers, designers, and facility operators are able to work with up-to-date information regardless of location, significantly accelerating decision-making processes and improving the overall quality of technical asset management.

Integration of vibroacoustic data with BIM also enhances interdisciplinary collaboration. Structural engineers, monitoring specialists, designers, and facility management teams can interact within a unified digital environment, reducing the likelihood of errors and ensuring greater transparency throughout the workflow.

Thus, the use of digital platforms and BIM technologies significantly expands the capabilities of vibroacoustic monitoring. It enables deeper analysis, intuitive visualization, and decision support across all phases of a building's life cycle—from design to operation.

While integration with digital models greatly simplifies visualization and management, obtaining engineering-meaningful conclusions requires specialized analytical software. These platforms transform large arrays of vibroacoustic data into structured indicators suitable for diagnostics and predictive assessment of structural condition.

Software plays a central role in vibroacoustic monitoring systems by providing deep signal processing, classification, and interpretation of the data collected by sensors. Modern analytical tools combine mathematical techniques, powerful computational algorithms, and advanced visualization interfaces, allowing engineers to effectively analyze complex dynamic processes in structural systems.

One major category of software solutions includes spectral analysis platforms, designed to evaluate the frequency characteristics of vibration signals. These tools compute spectra, identify dominant frequencies, assess vibration energy, and detect deviations from normative values. With embedded processing algorithms—such as FFT, smoothing, and filtering—they provide a detailed representation of the structure's vibrational behavior.

For non-stationary signals, time-frequency analysis systems are used, incorporating wavelet transforms and advanced decomposition methods. Such platforms can detect transient anomalies, localize impulsive events, and analyze dynamic transitions—features essential for identifying hidden defects and microcracks.

Another rapidly evolving field is the application of machine learning models. These tools employ classification, clustering, and regression techniques to automatically recognize damage patterns and predict defect growth. Trained models can detect subtle changes in signal structure and produce insights that are often

inaccessible to traditional analytical methods. These solutions are especially valuable in automated monitoring systems.

Most modern analytical platforms support seamless integration with BIM, IoT infrastructures, and asset life-cycle management systems. This enables continuous updates of structural parameters, automated comparison with numerical models, and the generation of interactive graphs, heat maps, and 3D visualizations.

In addition, software solutions include tools for automated report generation, diagnostic map creation, and data export for subsequent engineering calculations. This significantly streamlines interdisciplinary communication and enhances the quality of technical documentation.

The use of software systems for vibroacoustic data analysis significantly improves diagnostic quality; however, maximum efficiency is achieved when monitoring becomes continuous and self-regulating. Such a transformation is enabled by the implementation of automated solutions that integrate sensor devices and online platforms into a unified intelligent system.

Automation of vibroacoustic monitoring represents a shift from periodic inspections to continuous observation of the structural condition. This approach enables real-time detection of changes, rapid response to anomalies, and decision-making based on objective, continuously updated data. The key components of automated systems are online platforms and permanent-action sensors.

Permanent-action sensors provide uninterrupted acquisition of information on vibrational and acoustic processes occurring within the structure. These devices operate around the clock, automatically transmit data to analytical centers, and allow for the detection of both long-term trends and sudden changes. Due to energy-efficient modules and autonomous power sources, such sensors can function in remote or difficult-to-access locations without the need for regular maintenance.

Intelligent sensors are equipped with built-in modules for preliminary signal processing, which reduces the volume of transmitted data and enables anomaly detection directly at the sensor node. This approach decreases network bandwidth requirements and ensures rapid system response to critical events.

The central element of automation is the online platform responsible for data collection, storage, visualization, and analysis. These digital systems provide real-time access to information, allowing specialists to track structural performance from any location. Platform dashboards display key parameters, diagnostic charts, alerts, and analytical results, thereby making the monitoring process transparent and manageable.

Online platforms employ automatic notification mechanisms that inform engineers of anomalies, threshold exceedances, or early indicators of potential damage. Integrated analytical modules enable comparison with historical datasets, assessment of temporal trends, and forecasting of defect progression.

Moreover, automated systems support integration with digital building models, which facilitates decision-making and enhances the accuracy of defect localization. Such solutions are particularly in demand for critical infrastructure—bridges, high-rise buildings, and large public facilities—where continuous structural reliability is essential.

Practical research.

The object of the study is a structural element representative of a typical component of a modern civil building with medium storey height and a conventional load-bearing frame system. The structure is executed in monolithic reinforced concrete, selected for its high load-carrying capacity, resistance to external actions, and widespread use in contemporary urban construction. Such an object provides representative data that reflect the vibroacoustic behaviour of the most common structural systems.

The load-bearing frame consists of reinforced concrete columns, beams, and monolithic floor slabs operating as an integrated system. The geometric configuration ensures efficient resistance to vertical and horizontal loads, creating favourable conditions for the investigation of both local and global vibration processes. The slab thickness, concrete grade, and reinforcement parameters comply with current regulatory requirements, which allows the diagnostic analysis to be performed under real operating conditions without distortions associated with simplified experimental models.

The material of the structure is heavy concrete of grade not lower than B25, with ribbed steel reinforcement. This combination provides sufficient stiffness for stable transmission of vibrations through the structural elements, and enables the registration of both low- and high-frequency oscillations. The inherent properties of reinforced concrete—structural heterogeneity, micro-porosity, and the presence of a reinforcing cage—create suitable conditions for analysing wave propagation and identifying early signs of defects.

Having defined the main structural characteristics and operating conditions of the object, it becomes necessary to develop a rational sensor placement system. The accuracy and completeness of the vibroacoustic data depend directly on how well the sensor installation scheme is designed.

The sensor arrangement scheme has been developed with consideration of the geometric characteristics of the object, the configuration of the load-bearing frame, and the most probable paths of vibration propagation. The placement of measurement nodes ensures the registration of both local and global dynamic processes characteristic of monolithic reinforced concrete structures.

The primary measurement points are located on key structural elements—columns, beams, and slabs. Sensors on the columns are installed at the lower and upper zones to monitor both vertical and horizontal vibrations, as well as to register stiffness variations along the height of the element. This distribution allows the identification of stress concentration zones and potential disturbances in the behaviour of the load-bearing system.

On beams, sensors are placed near the supports and at mid-span. This configuration enables the registration of flexural and torsional vibrations typical for load-carrying elements. Comparing the signals collected from different beam segments makes it possible to assess the uniformity of force distribution and the interaction between deformation processes.

Special attention is given to the installation of sensors on floor slabs. Sensors are positioned along the perimeter and in the central area to capture spatial vibrations and provide a complete picture of slab behaviour under operational loads. Such placement is particularly important for analysing the global dynamic response and detecting deviations associated with defects within the slab body.

To ensure high measurement accuracy, sensors are installed in areas where the vibroacoustic response is expected to be most pronounced. Their orientation is selected with respect to dominant vibration directions, enabling the registration of displacements along multiple coordinate axes.

All elements of the measurement system are integrated into a unified network that enables synchronous data acquisition. This configuration makes it possible to compare signals recorded at different points, analyse the interaction between structural elements, and identify hidden patterns in the distribution of dynamic characteristics.

Having determined the sensor locations and developed the installation layout, the next step was to establish experimental conditions that would ensure the acquisition of accurate and reproducible vibroacoustic data. Proper organisation of the experimental environment is essential for eliminating random factors and obtaining a correct representation of the structure's dynamic behaviour.

The experiment was conducted under real operating conditions of the building, which made it possible to register natural vibration processes and ensure maximum objectivity of the results. Measurements were obtained under stable temperature conditions and in the absence of extreme external influences to minimise environmental variability. The temporal window of observation was selected to ensure that operational loads were sufficiently pronounced for vibration detection, while avoiding excessive interference from random background sources.

Prior to data collection, the operability of the equipment, stability of sensor mounting, and correctness of the signal transmission system were carefully verified. Special attention was given to potential sources of external disturbances—vibrations from mechanical systems, nearby equipment, or accidental impacts. When necessary, such influences were isolated or later accounted for during data processing.

The registration parameters were selected with regard to the physical nature of vibrations in a monolithic reinforced-concrete structure and the required diagnostic precision. The sampling frequency was set high enough to capture both low-frequency flexural vibrations and high-frequency impulses associated with microdefects. The recording duration was determined to ensure the representativeness of the dataset and to reflect vibration dynamics under different operational regimes.

To improve data quality, digital filters were applied to suppress background noise and highlight informative components of the signal. The volume of stored data was balanced to maintain sufficient detail while avoiding unnecessary load on data storage and processing systems.

All experimental stages were performed under consistent conditions, which ensured comparability of the results and enabled the identification of changes attributable specifically to the vibroacoustic behaviour of the structure. This approach

forms a reliable basis for further analysis of dynamic characteristics and the detection of potential defects.

Following the establishment of experimental conditions and registration parameters, it was necessary to create controlled scenarios that would allow the assessment of the structure's response to potential damage and external influences. Such scenarios verify the sensitivity of the monitoring system and confirm the correctness of vibroacoustic data interpretation.

The tests were conducted using several scenarios that simulated changes in the structural condition and its response to external actions. The objective was to create conditions under which the vibroacoustic system could detect possible defects and deviations from the normal operating state. This modelling approach made it possible to evaluate the efficiency of diagnostic methods and to develop a reference dataset for further analysis.

One of the test directions involved crack simulation, performed by artificially introducing small local surface disturbances. These defects mimicked early stages of material degradation and generated high-frequency impulses reflecting the disruption of the concrete structure. The acquired data were used to identify characteristic signatures of microdamage and to develop algorithms for their early detection.

Another stage included load testing, during which the structure was subjected to various static and dynamic loads. This allowed the analysis of changes in vibration characteristics under increased external influence. Recorded data included variations in amplitude, spectral content, and damping properties, enabling the assessment of the system's sensitivity to stiffness reduction and deformation.

Special attention was given to resonance testing, in which the structure was excited at frequencies close to its natural modes. This scenario provided insight into the stability of the object under dynamic loads and made it possible to identify critical zones susceptible to vibration intensification. Observing the structure in resonance regimes is particularly important for preventing hazardous conditions, as these modes are highly informative for detecting weaknesses and hidden defects.

All scenarios were monitored by the measurement system, resulting in a comprehensive set of vibroacoustic data reflecting the structure's response under different experimental conditions. These results formed the basis for subsequent parameter analysis and the development of diagnostic criteria.

Upon completion of the experimental programme, which included damage simulation, load applications, and resonance excitation, a comprehensive dataset of vibroacoustic signals was obtained. These recordings constituted the foundation for analysing the structure's dynamic behaviour and identifying diagnostic features associated with damage.

The experiment yielded a wide range of vibroacoustic signals corresponding to different operational regimes and external actions. The data included low-frequency components associated with global structural oscillations and high-frequency impulses generated by local changes in material behaviour. This diversity of signal characteristics enabled the formation of a detailed picture of the structure's dynamic response and its sensitivity to different types of disturbances.

During load testing, stable and repeatable vibration responses were recorded, reflecting systematic changes in amplitude and spectral components as load intensity increased. These signals exhibited high consistency, which is essential for constructing reference models of normal dynamic behaviour.

Signals recorded near resonance frequencies showed significant amplification and well-defined spectral peaks, indicating increased sensitivity of the structure in specific frequency domains. This behaviour allowed the identification of areas where energy concentration was most pronounced.

Signals obtained during crack simulation contained short, high-frequency impulses—key indicators of early-stage material degradation. These events were irregular and time-localised, reflecting microdynamic processes within the material. Time–frequency analysis techniques were used to isolate these impulses from the general vibration background and classify them according to their characteristic features.

Thus, the vibroacoustic data obtained capture a broad spectrum of processes occurring in the structure under various forms of influence. The diversity of signals provides a rich informational basis for further analysis, defect detection, damage progression forecasting, and assessment of the overall technical condition of the structure.

Analysis of results.

The processing of vibroacoustic data constitutes a critical stage of analysis, as it is at this point that the recorded signals are transformed into informative parameters enabling the assessment of a structure's technical condition. To obtain objective, structured, and engineering-relevant results, specialized algorithms for data cleaning, transformation, and visualization are employed.

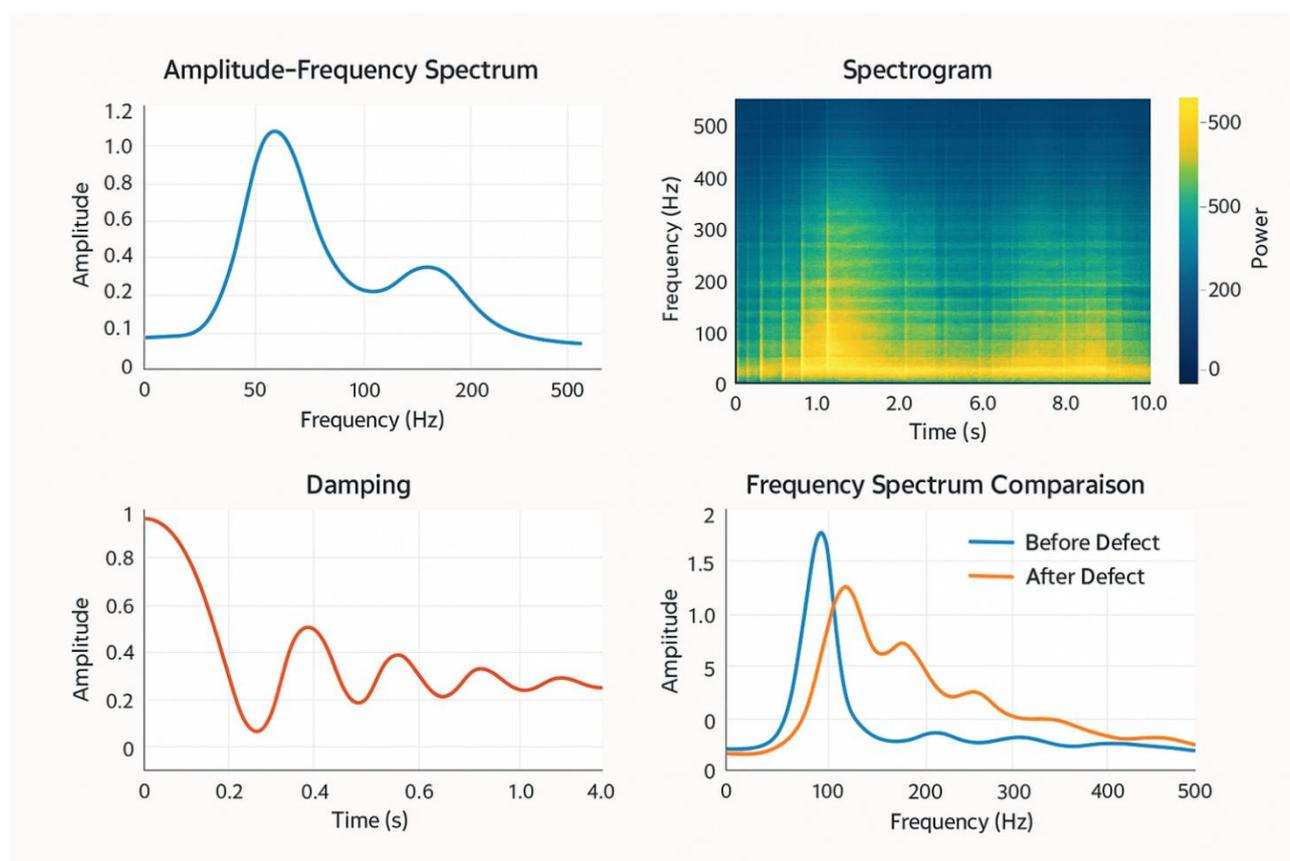


Figure 3. Data Visualization.

The first stage of data processing involved preliminary filtering aimed at eliminating background noise, random non-structural impulses, and low-energy interferences. Digital filters were employed to isolate the informative component of the signal and to enhance the quality of subsequent analysis without distorting the original dynamic characteristics.

Subsequently, normalization and segmentation procedures were performed, enabling the extraction of the most informative fragments of the recordings. Segmentation is particularly important when analyzing long time series that contain numerous events of varying nature—from smooth oscillations to short-duration impulses. The structuring of data facilitated subsequent interpretation and reduced the computational complexity of the analysis.

A key stage of processing was the construction of spectral characteristics. Using the Fast Fourier Transform (FFT), amplitude–frequency spectra were obtained, allowing the distribution of vibrational energy across frequencies to be determined. These spectra reflected characteristic features of the structure’s dynamic response, including dominant frequency ranges, the appearance of new harmonics, and shifts in energy peaks.

To analyze transient and non-stationary processes, time–frequency decomposition methods were applied. This enabled the tracking of frequency variations over time and the identification of short-duration events that are not detectable using classical spectral analysis. Such methods are especially important

when examining signals associated with microdefects or abrupt changes in the structural state.

The resulting spectral characteristics were visualized in the form of graphs, heat maps, and spectrograms, providing a clear representation of the results and facilitating comparison across measurement points. The comparison of spectra obtained under different operating conditions allowed the formation of diagnostic indicators that point to structural changes and anomalies in the dynamic behavior of the object.

After in-depth data processing and the construction of spectral characteristics, it becomes necessary to proceed to the next stage—the interpretation of the extracted parameters. It is at this stage that analytical procedures link the calculated indicators to actual physical processes occurring within the structure and determine the degree of its conformity to normal operating conditions.

The analysis of the developed spectral, temporal, and time–frequency characteristics of the vibroacoustic signals made it possible to identify stable patterns reflecting the behavior of the structure under various operating conditions. These patterns include recurring distributions of energy across frequencies, stable amplitude ratios within diagnostic ranges, and characteristic forms of vibrational response associated with typical service loads.

Identifying such regular patterns establishes a reference baseline against which deviations can be evaluated. It is by comparing current parameters with these baseline patterns that areas where the structural behavior begins to diverge from normative or expected dynamics can be identified.

The most informative deviations include changes in the frequency structure of the signal—peak shifts, the appearance of additional harmonics, or reductions in the intensity of certain spectral components. Such changes often indicate load redistribution, localized stiffness reduction, or the development of internal defects. Deviations in amplitude characteristics also serve as important diagnostic indicators: an uncharacteristic increase or decrease in amplitude may signal early stages of damage.

Particular attention was given to unstable oscillations and transient processes, recorded as irregular fragments within the time series. These manifestations may be associated with micro-events inside the material—displacements, microcracks, or localized bond failures. Notably, such anomalies often exhibit low amplitude and short duration, making their detection impossible without advanced analytical techniques.

The comparison of signals obtained from different points of the monitored structure made it possible to identify spatial patterns in the distribution of vibrational activity. This, in turn, allowed the determination of zones exhibiting intensified dynamic responses, which may potentially represent areas of stress concentration or locations where defects are likely to develop.

After identifying dynamic patterns and detecting deviations in the structural behavior, it becomes necessary to assess the extent to which the obtained results comply with established technical standards and analytical predictions. This step is essential for confirming the reliability of the observations and for determining the

admissibility of the detected changes in terms of structural safety and operational integrity.

The comparison of experimental vibroacoustic data with regulatory requirements and analytical models represents a critical stage of analysis, ensuring the integration of practical findings with established safety standards. Regulatory documents governing the strength, stiffness, and vibrational resistance of structures specify limit values; exceeding these thresholds may indicate a risk of damage or a reduction in operational reliability.

To begin with, the monitoring results were compared with the permissible vibration limits established for reinforced concrete and steel structures. Amplitude indicators, natural frequency ranges, and damping levels were evaluated, enabling an assessment of the dynamic response in relation to the requirements of construction standards. This type of analysis reveals areas where the structural behavior approaches threshold values and may necessitate additional engineering interventions.

Particular attention was given to comparing the experimental data with analytical models derived from design documentation and material parameters. Mathematical models allow for the prediction of stress distributions, natural frequencies, and mode shapes under various external influences. A comparison of actual and theoretical characteristics provides insight into the degree of correspondence between the expected structural behavior and its observed dynamic properties.

Cases that exhibited discrepancies between measured and calculated parameters required separate analysis. Such divergences may indicate changes in stiffness characteristics, the development of defects, or non-uniform load distribution. In these situations, a refined assessment of the possible causes of deviations was performed, along with an evaluation of their significance for the continued operation of the structure.

The comparison of monitoring results with regulatory requirements and analytical models provides a comprehensive approach to assessing the condition of the structure. It allows not only the detection of deviations but also the determination of their criticality, which forms the basis for engineering decisions ranging from operational adjustments to repair or reinforcement measures.

Following the comparison of experimental data with standards and models, it becomes possible to proceed to the final analytical stage, in which the identified deviations are transformed into engineering conclusions. At this stage, an assessment of the actual condition of the structure is formulated, and the presence or absence of defects affecting its operational reliability is determined.

Defect diagnosis is based on a comprehensive analysis of vibroacoustic response parameters that reflect changes in the structure's dynamic behavior. The primary objective is to identify the phenomena and processes that alter normal vibration patterns and may indicate structural disruptions, stiffness degradation, or material damage.

One of the key diagnostic indicators is the presence of abnormal frequency-related changes, such as shifts in natural frequencies or the appearance of additional vibrational modes. These phenomena point to stiffness redistribution, weakening of

individual elements, or changes in geometric properties. Analyzing frequency deviations allows for the localization of potentially problematic zones and the assessment of their impact.

Equally important indicators include anomalies in amplitude and temporal parameters, manifesting as sharp spikes, irregular impulses, or unstable oscillations. Such signal features are often associated with microcracks, localized failures, or disrupted connections between structural elements. Their detection indicates the onset of degradation processes that require further investigation or corrective interventions.

An integrated assessment of the structural condition is formed based on the comparison of multiple diagnostic indicators, including damping levels, vibrational energy distribution, spectral structure, and characteristics of transient processes. The use of data from multiple measurement points enables the identification of the spatial distribution of defects and the evaluation of their influence on the overall stability of the system.

A critical stage of the diagnosis involves determining the severity of the detected anomalies. Based on the combination of diagnostic indicators, defects are classified according to their hazard level—from minor deviations that do not affect operation to severe disturbances requiring immediate intervention. This classification supports the development of rational engineering decisions and the determination of the necessary scope of remedial actions.

Following defect analysis, a comprehensive assessment of the technical condition of the structure is conducted, summarizing all results, forming a conclusion regarding the reliability of the object, and providing a forecast of the further development of identified changes. This information serves as a foundation for recommendations related to the operation, strengthening, or repair of the building.

Developing recommendations for the application of technology.

In the assessment of the technical condition of structural systems, particular importance is attributed to diagnostic parameters that exhibit the highest sensitivity to changes in material properties, geometry, or the integrity of inter-element connections. The analysis of such parameters enables the identification of defects at an early stage, when their manifestations are still minimal and do not significantly influence the overall performance of the structure. The sensitivity of these characteristics makes them key indicators in the development of vibroacoustic monitoring systems.

One of the most informative parameters is the local variation in the frequency composition of vibrational signals. Even minor disturbances in the material structure can cause shifts in individual spectral peaks or the appearance of additional harmonics that are not characteristic of the structure's initial state. These changes can be detected under minimal loads, allowing for the rapid identification of concrete discontinuities, weakened reinforcement bonds, or reductions in stiffness.

Transient vibrational processes, captured through the dynamics of amplitudes and damping rates, also possess high diagnostic value. Defects lead to the emergence of unstable signal segments, disruptions in the smoothness of the vibratory response, or an increase in non-stationary components. These features become particularly

pronounced under short-duration excitations, making them critical indicators of localized weak zones.

Significant attention is directed toward damping coefficients, which reflect the ability of structural elements to dissipate energy. Any violation of structural integrity—microcracks, delaminations, or loss of adhesion between layers—alters the pattern of energy dissipation. Elevated damping may indicate the presence of hidden damage, whereas reduced damping often suggests compromised contacts or weakened connections.

Another highly sensitive diagnostic parameter is the spatial distribution of vibrational energy, determined through the parallel analysis of multiple measurement points. Defects produce asymmetry in oscillations, modifications in phase relationships, and irregular propagation of elastic waves. This makes it possible not only to identify an anomaly but also to localize its position within the structure.

Equally important diagnostic indicators are high-frequency impulses generated by microdisplacements or localized internal material changes. These short-duration signals often have low amplitude but high informational value, capturing events that precede crack formation and serving as early precursors of structural degradation.

Identifying the parameters most sensitive to defects allows the analytical focus to be placed on those signal characteristics that most accurately reflect the structural condition. However, the effectiveness of the assessment depends substantially on how accurately these parameters are extracted and processed. Therefore, a critical subsequent step in the investigation is the selection of optimal methods and algorithms for vibroacoustic signal processing.

To obtain accurate and reliable information on the condition of a structural system, advanced algorithms for vibroacoustic signal processing are employed, aimed at enhancing data informativeness and reducing the influence of external disturbances. The optimization of analytical methods enables the detection of hidden patterns, the identification of subtle defect indicators, and the assurance of result reproducibility.

One of the most effective approaches involves the use of multilevel filtering, which allows for the sequential removal of noise of various origins and the extraction of structurally significant components of the signal. Such methods rely on adaptive filters and noise-suppression algorithms that automatically adjust to the characteristics of the specific structure and its operational environment.

A crucial role is played by temporal decomposition techniques, which allow the signal to be separated into components with distinct spectral properties. These algorithms isolate variable components associated with dynamic changes in the structure, separating them from background vibrations caused by operational loads or external influences.

For the analysis of complex, non-stationary processes, combined processing techniques are applied, integrating frequency-domain, time-domain, and time–frequency approaches. This comprehensive strategy provides a more complete representation of signal structure and facilitates the detection of short-duration changes that are often diagnostically significant.

Particular attention is given to algorithms based on statistical data processing. These methods enable the assessment of parameter variability, the identification of statistically significant deviations, and the determination of threshold values beyond which the likelihood of defect occurrence increases. The use of statistical techniques enhances diagnostic robustness against random perturbations and improves the reliability of conclusions.

In systems with high data intensity, machine-learning algorithms are utilized to enable automatic classification, clustering, and forecasting of signal changes. Such methods are effective when processing large datasets and are capable of revealing complex patterns that may not be apparent with traditional techniques.

The optimization of vibroacoustic signal-processing methods forms the foundation for accurate diagnostics; however, practical implementation requires their proper integration into the overall monitoring architecture. For the system to operate reliably and fully harness analytical capabilities, it is necessary to establish clear recommendations for its implementation in operational practice.

The integration of vibroacoustic monitoring into a building's monitoring system necessitates the creation of a unified infrastructure that combines sensor equipment, analytical algorithms, and digital management platforms. To achieve maximum efficiency, several practical recommendations must be followed to ensure system stability and adaptability to operational conditions.

First, it is essential to provide a rational distribution of sensors across structural elements. The selection of installation points should take into account the architectural features of the building, the types of loads it experiences, and potential risk zones. A combined placement strategy is recommended, enabling the registration of both local and global vibrational processes.

Another important aspect is the development of unified standards for data acquisition and storage. For long-term monitoring, it is crucial that registration parameters, sampling frequency, and file formats remain consistent. This ensures the comparability of records, the correct functioning of analytical algorithms, and facilitates subsequent data integration into analytical models.

Special attention must be given to securing uninterrupted data transmission. Under urban operating conditions, it is advisable to use redundant communication channels capable of compensating for potential overloads or temporary network failures. The use of local sensor-side buffers is also recommended to preserve information during short-term connection disruptions.

To enhance the efficiency of the monitoring system, automated analysis and alert procedures should be incorporated. Software platforms must not only visualize data but also automatically detect critical deviations, generate warnings, and send notifications to responsible specialists. This approach significantly reduces response time in the event of defect development.

An important organizational measure is the integration of vibroacoustic monitoring into the operational regulations of the building. Analytical results should be considered when planning maintenance activities, evaluating the residual service life of structural elements, and making decisions regarding repair interventions. This

enables a transition from reactive to preventive maintenance, reducing the risk of failures and associated economic costs.

Finally, it is essential to provide training for the personnel operating the monitoring system. Specialists must possess knowledge of signal-interpretation methods, the principles of equipment operation, and the capabilities of analytical software platforms. This ensures high-quality diagnostics and competent system management.



Figure 4. Workflow for Vibroacoustic Monitoring.

After establishing practical recommendations for integrating vibroacoustic monitoring into building-management systems, it is important to evaluate the prospects this technology offers at different stages of a structure's life cycle. This perspective allows vibroacoustic monitoring to be seen not as an auxiliary option, but as a full-fledged engineering tool accompanying the structure from design to modernization.

Vibroacoustic monitoring technologies hold broad applicability throughout the entire life cycle of construction objects. Their versatility, high sensitivity, and ability to detect hidden processes make them an essential component of modern engineering practice.

The use of vibroacoustic monitoring during the construction phase enables high-quality control at the earliest stages of structural formation. Recording the vibrations of elements during concreting, assembly, or preliminary load testing helps identify

technological deviations, inconsistencies with design specifications, and issues related to temporary supports. Of particular value is the ability to detect hidden concrete defects, insufficiently compacted zones, and loose joints—factors that can later lead to a reduction in load-bearing capacity.

During the operational phase, vibroacoustic monitoring serves as an effective tool for preventive diagnostics, enabling the timely detection of early signs of degradation. Continuous observation allows engineers to track changes in the dynamic characteristics of the structure and identify the moments when parameters begin to deviate from normative ranges. This creates an opportunity to implement preventive measures before significant damage occurs. The technology is especially relevant for heavily loaded buildings, structures with unique architectural features, and facilities exposed to seismic or wind loads.

During reconstruction, vibroacoustic monitoring can be used to assess the residual service life of the structure, evaluate the effectiveness of strengthening interventions, and control the quality of executed works. Recording vibrational characteristics before and after intervention provides an objective assessment of how the dynamic behavior of the structure has changed. Furthermore, the technology helps identify optimal zones for reinforcement, evaluate the performance of newly installed materials, and monitor the interaction between existing and added structural components.

Conclusion.

The conducted research has made it possible to form a comprehensive understanding of the potential of vibroacoustic methods in assessing the technical condition of construction objects. Through a consistent and structured analysis, key regularities of the dynamic behavior of structural systems were identified, diagnostic parameters most sensitive to structural changes were determined, and methodological approaches to the acquisition, processing, and interpretation of vibroacoustic data were developed. The findings confirm the effectiveness of integrating specialized sensing equipment, advanced signal-analysis algorithms, and digital platforms to ensure reliable structural monitoring.

The practical significance of the proposed methodology lies in its ability to provide early detection of defects, objective assessment of structural conditions, and timely engineering decision-making. A comprehensive monitoring strategy facilitates the transition from periodic inspections to continuous condition assessment, significantly reducing the risk of sudden failures, optimizing operational costs, and enhancing the overall safety of buildings. Vibroacoustic analysis is particularly valuable for structures with complex geometries, heavily loaded facilities, and buildings situated in dynamically changing urban environments.

The obtained results open broad prospects for further research. Of particular interest is the development of intelligent diagnostic systems based on artificial intelligence methods capable of automatically detecting anomalies and accurately predicting defect evolution. Another promising direction involves the creation of digital twins of structural systems, enabling real-time synchronization of vibroacoustic measurements with virtual models and supporting simulation of various operational

scenarios. Significant potential also exists in the expansion of online monitoring, where automated sensor networks and cloud-based platforms will provide continuous, round-the-clock control of structural conditions and enable rapid response to critical changes.

Overall, the proposed methodology demonstrates substantial scientific and practical value, forming a robust foundation for the advancement of modern monitoring systems and contributing to improved durability, reliability, and safety of construction objects in the long-term perspective.

Acknowledgement.

The research is funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan. It is supported under the grant funding program for participation in the competition for grant funding of research of young scientists under the project “Zhas Galym” for 2025–2027, with a total implementation period of 36 months. The project is titled “Technological and methodological support of vibroacoustic control and monitoring of construction objects” and is registered under the project number IRN AP25794001.

References

1 Tonelli D., Luchetta M., Rossi F., Migliorino P. and Zonta D. “Structural Health Monitoring Based on Acoustic Emissions: Validation on a Prestressed Concrete Bridge Tested to Failure”, *Sensors*, vol. 20, no. 24, p. 7272, Jan. 2020, doi: 10.3390/s20247272.

2 Tan A.C., M. Kaphle, and D. Thambiratnam, “Structural health monitoring of bridges using acoustic emission technology”, in 2009 8th International Conference on Reliability, Maintainability and Safety, Chengdu, China: IEEE, Jul. 2009, pp. 839–843. doi: 10.1109/ICRMS.2009.5269952.

3 Md. T. I. Khan, “Structural Health Monitoring by Acoustic Emission Technique”, in *Structural Health Monitoring from Sensing to Processing*, M. A. Wahab, Y. L. Zhou, and N. M. M. Maia, Eds., InTech, 2018. doi: 10.5772/intechopen.79483.

4 Saidin S.S., Jamadin A., Abdul Kudus S., N. Mohd Amin, and M. A. Anuar, “An Overview: The Application of Vibration-Based Techniques in Bridge Structural Health Monitoring”, *Int J Concr Struct Mater*, vol. 16, no. 1, p. 69, Dec. 2022.

5 Boscato G., Fragonara L.Z., Cecchi A., Reccia E., and D. Baraldi, “Structural Health Monitoring through Vibration-Based Approaches”, *Shock and Vibration*, vol. 2019, no. 1, p. 2380616, 2019.

6 Ankush P., Nivedita G., Narayan C. and D. Ramesh, “Comparative review of structural health monitoring and innovative materials in classical and modern vernacular architecture: Insights from China and India”, *Journal of Chinese Architecture and Urbanism*, vol. 0, no. 0, p. 025310061, Oct. 2025.

7 A. Kamariotis, E. Chatzi, and D. Straub, “A framework for quantifying the value of vibration-based structural health monitoring”, *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 184, p. 109708, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.ymssp.2022.109708.

8 Benfenati L. et al., “Foundation Models for Structural Health Monitoring”, *IEEE Trans. Sustain. Comput.*, pp. 1–14, 2025.

9 Carrara F., Falchi F., M. Girardi, N. Messina, C. Padovani, and D. Pellegrini, “Deep learning for structural health monitoring: An application to heritage structures”, Nov. 04, 2022, arXiv: arXiv:2211.10351.

SRSTI 28.23.37

INTEGRATING MACHINE LEARNING AND COMPUTER VISION FOR FUEL CONSUMPTION FORECASTING AND VEHICLE FLOW ANALYTICS AT GAS STATIONS

Nursaya Batyr, Kanafina Kamila, Yevhenii Biloshchytskyi

Bachelor's students, Astana IT University, Astana

Baimukanova Zhanerke

Senior Lecturer, Astana IT University, AstanaKazakhstan

Precise prediction of fuel consumption is a key input for optimization models employed in the management of gas stations, stocks and pricing. We present a hybrid model that integrates ML, CV for more accurate demand forecasting. Convolutional neural networks are used for vehicle detection and counting and gradient boosting and LSTM models are adopted to predict fuel consumption. Experimental results indicate that coupling the visual traffic data with transaction records significantly boosts the power of prediction for further making intelligent analytics in both fuel and transportation business.

Key words: Machine Learning; Computer Vision; Fuel Consumption Forecasting; Vehicle Detection; Gas Station Analytics; Deep Learning; LSTM; Gradient Boosting; Predictive Modeling

Introduction.

Today's fuel retail environment is a fiercely competitive and low margin business, where efficient forecasting of demand and operational optimization are key enablers for making profitability sustainable. As the industry becomes more digitised, old-style fuel stations are increasingly turning into smart retail centres built-encompassing Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML), and Internet of Things (IoT) capabilities. Such advancements facilitate data-driven decision making of fuel station managers, to address the important dynamics in resource allocation and accord swift response to dynamic market needs resulting in the achievement of operational efficiency.

Previously, in the fuel consumption forecasting time-series were used as ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) or SARIMA (Seasonal ARIMA). These models are designed to detect and render trends, seasonality, and autocorrelation in past sales data. Although these techniques work well in conventional conditions and for gyrocooperation detection, there are confines associated with them. In particular, they are unable to model sudden changes in market processes and offer limited ability to

address exogenous factors such as vehicle flow and weather conditions or unnatural disturbances. As a result, lack of inclusion of these factors reduces the predictive accuracy and has caused researchers to examine more advanced techniques.

Recent years have seen a renewed interest in the use of Machine Learning (ML) and Deep Learning (DL), which allows for greater flexibility and predictive power to model complex, nonlinear relationships from large datasets. Ensemble approaches, like XGBoost and LightGBM can achieve significantly higher levels of accuracy when compared to classic statistical methods, particularly when we work with retail sales data – which is characterized by having several non-homogeneous variables. Additionally, Deep Learning designs, such as Long Short-Term Memory (LSTM) networks, have proven capable of effectively modeling short-term dependencies and nonlinear patterns in high frequency sales data; thereby resulting in very good predictions for hourly or sub-daily forecasts.

Nevertheless, even with the development of machine learning (ML) and deep learning (DL), the existing forecasting systems primarily make use of static data and do not take time-variant behavioral/contextual information into account to improve accuracy significantly. An interesting field of study is the integration, service architecture and deployment of Computer Vision (CV) as a service at gas stations that gives real-time access to information on traffic flow and vehicle activities. Advanced object detection methods such as the YOLOv8 model allow precise, real-time monitoring of vehicles and classification (both are important to control customer traffic). There exists a high degree of statistical dependence between different vehicle types and classes (such as cars, trucks or SUVs) counted at the same location that were observed to have similar fuel consumption patterns; it suggests that traffic data from CV-s could be an important input for refining demand forecasting models.

Recent studies have shown that integrating machine learning (ML)-based temporal models with computer vision (CV)-based behavioral data can greatly improve prediction accuracy in energy consumption and retail sales. Unfortunately, the combination of these two disciplines is widely unexplored, especially in terms of fuel station business operations. Literature mainly deals with these two fields in separation- or exclusively on temporal prediction or traffic analysis, without consideration of the benefits that might be obtained when using them simultaneously. This research gap emphasizes the need of hybrid models combining machine learning for demand prediction and computer vision for traffic analysis, which would contribute to the design of better tailored systems towards efficient fuel retail optimization.

This study aims to propose and validate a hybrid approach combining Machine Learning and Computer Vision for predicting gas consumption as well as analyzing the traffic flow at gas stations. High-frequency sales data is incorporated with real-time vehicle detection counts to improve the predictability of fuel demand models, and to inform operational decision-making. The proposed system could be useful for resource management, enhance the prediction and support integrated operational optimization of modern gas stations.

Literature review.

Accurate fuel demand forecasting is crucial for optimizing fuel station operations, improving inventory management, pricing strategies, and resource allocation. Over the years, forecasting methods have evolved from traditional statistical models to more sophisticated data-driven techniques, ultimately incorporating hybrid frameworks that leverage both behavioral and visual data. This review examines the primary research streams relevant to the study of fuel consumption forecasting.

Traditional Statistical Approaches.

Initially, fuel consumption forecasting relied mainly on statistical time-series models, such as the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) and the Seasonal ARIMA (known as SARIMA). This methodology is effective in capturing genuine trends, seasonality and related methods of autocorrelation within historical consumption data. Nevertheless, these models all postulate linear relationships. They often neglect external factors like vehicle flow, weather conditions, and transactional behavior which can have a dramatic effect on demand. Multiple studies, including Hamed et al (2021) and Hamdoun et al (2021), have pointed out that such statistical models mostly do poorly when suddenly existing behavior patterns change or fresh new variables are added [1] [2].

Machine Learning Based Methods.

To overcome the limitations of traditional statistical methods, researchers have increasingly turned to Machine Learning (ML) techniques such as Random Forests (RF), Support Vector Regression (SVR), XGBoost, and LightGBM. These models excel at handling nonlinear relationships and can incorporate a variety of input features, including calendar variables, external events, and weather data, thereby improving forecasting accuracy. Studies like Brykin (2024) and Punia et al. (2020) have shown that ML models provide better predictive performance and higher R^2 values compared to classical models, especially when applied to complex fuel consumption data [3] [4]. However, despite these advancements, ML approaches often lack the integration of real-time behavioral signals, such as traffic flow or customer activity, which are crucial for improving forecasting precision.

Deep Learning for Temporal Forecasting.

With their ability to incorporate long-term temporal dependencies on higher-order temporal phenomena, deep learning techniques like Long Short-Term Memory (LSTM) can help understand fuel consumption patterns. Another example would be Gated Recurrent Units (GRU), which supports multiple events happening concurrently. Studies, including Hamed et al. (2021) and Chung & Jang (2022), have shown that LSTM and other deep learning techniques outperform traditional as well as machine learning techniques in energy demand prediction due to their capability to model efficiently complex, non-linear temporal relations [2] [5]. With the success of deep learning (DL) methods, they require large amounts of data and resources. In addition, they largely ignore behavioral features

Computer Vision in Traffic and Fuel Analytics.

In addition to temporal models, there are great improvements in the field of Computer Vision (CV), particularly in vehicle detection and classification, which is essential for observing human behavior at gas stations. Recent works such as Redmon & Farhadi 2018, Neupane et al. (2022), have demonstrated the state-of-the-art performance of modern one-stage detectors, such as the YOLO (You Only Look Once) series, focusing particularly on YOLOv8, to achieve high detection accuracy and real-time speed [6] [7]. Certain applications of YOLOv8 for vehicle detection have achieved impressive results with mAP@50 score greater than 0.9 under some conditions. Such advances in computer vision are especially beneficial for estimating vehicle flow at fuel stations, a correlated quantity to fuel sales. However, few forecasting frameworks have integrated CV-derived traffic metrics into temporal fuel demand models, presenting a clear research gap.

Hybrid Approaches: Integration of ML and CV.

The fusion of these approaches may lead to improved prediction models of fuel consumption, which have been derived from machine learning and computer vision techniques. Chen et al. (2023) and Kaya et al. (2024) argue that machine learning models, such as long short-term memory (LSTM), and data from computer vision—vehicle counts and traffic flow indicators—could improve forecasting accuracy. Temporal sales data combined with real-time behavioral signals gleaned from computer vision (CV) systems offer an opportunity to capture not only long-term trends but also the dynamic, real-world impacts on fuel demand [8] [9]. Such hybrid approaches offer a better visibility of fuel consumption patterns and therefore are more sensitive in terms of detecting abrupt changes in demand, such as holidays, campaigns, or unexpected upsets in the supply chain. The inclusion of vehicle traffic information proves to be most crucial in cases where the variance is high, as it leads to more accurate short-term predictions.

Summary of Prior Research.

The existing literature provides a strong foundation for forecasting fuel consumption using statistical, ML, and DL models, as well as for capturing behavioral data via CV. Despite these advances, there remains an important gap in the systematic integration of time series demand forecasting, machine learning/deep learning models or real-time behavior signals by computer vision into a unified framework. To fill this gap, the paper aims to develop a more accurate and dynamic fuel demand forecast system that combines machine learning forecasting with computer vision-based vehicle flow analytics. This comparison, summarized in Table 1, evidences that modern hybrid-based solutions can better support the intelligent operation of fuel stations.

Table 1. Comparative overview of traditional vs. modern forecasting models.

Model Type	Example Models	Key Features	Limitations
Statistical	ARIMA, SARIMA	Captures trend and seasonality in historical time series	Assumes linearity, poor in handling abrupt shifts or external covariates

Machine Learning	Random Forest, XGBoost, LightGBM	Models nonlinear dependencies and multiple features	Relies on tabular data, lacks real-time behavioral/visual context
Deep Learning	LSTM, GRU	Learns long-term temporal patterns and complex nonlinearities	Requires large data, high computational cost
Hybrid ML + CV / Behavioural	(Proposed) ML model + vehicle detection via YOLOv8	Integrates visual traffic data + temporal sales data	Higher system complexity, fewer real-world studies

Materials.

About the Dataset.

The dataset used for this work is hourly records of fuel purchase during the year 2024, drawn from a single retail gas station.

For each measurement at an hour of operation, there are attributes described in Table 2.

Table 2. Presents the variable description used in the study.

Variable	Description	Data Type	Example
timestamp	Exact date and hour of transaction	datetime	2024-01-01 03:00:00
fuel_consumption_liters	Total fuel dispensed (liters per hour)	float	26.8
hour	Hour of the day (0–23)	integer	3
weekday	Day of week (0 = Monday, 6 = Sunday)	integer	0
month	Month number (1–12)	integer	1
is_holiday	Indicator of national/public holiday	boolean	True

It consists of 8,760 hourly measurements ($24 \text{ h} \times 365 \text{ days}$) and forms the basis for both exploratory data analysis and forecasting model design. The `fuel_consumption_liters` variable plays the role of target of the forecasting task, while temporal (hour, weekday, month) and categorical (`is_holiday`) ones are considered as explanatory features from consumed samples alongside with vehicle flow signal obtained by the CV module (Section 3.2).

Timestamps were standardized to the local time (GMT +5) before analysis. Discrete values (empty/replicated) were also analyzed and linearly interpolated for continuous transition. Consistent with common procedures for time series forecasting [10], the dataset was separated in chronological fashion into training (80%) and testing (20%) subsets to reduce the probability of information leakage.

Data Overview.

Hourly fuel usage preliminary analysis was conducted and the associated pattern through 2024 has been detailed. Daily Fuel Consumption Dynamics Figure 1 displays the Daily Fuel Consumption Dynamics: by Month The series are expressed in volumes for raw daily totals and with a seven-day moving average that shows underlying developments.

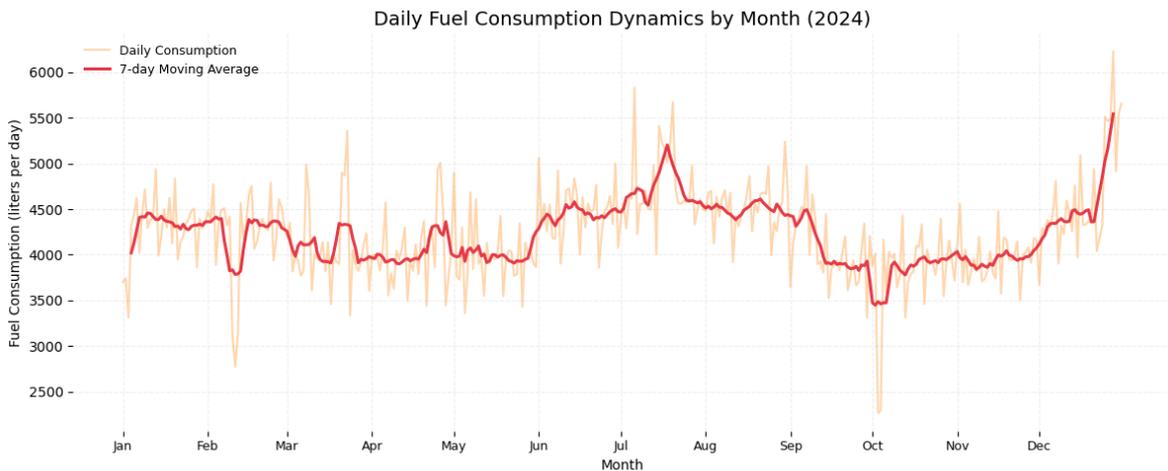


Figure 1. Daily Fuel Consumption Dynamics by Month.

As can be seen from the figure, Attention: in which fuel varies between 3,000 and 6,000 L/d (Power demands per a day sources / class) seasonality was greatly identified. A sharp drop off in October 2024 matches a temporary supply shortage, while a spike in late December coincides with elevated pre-holiday mobility and holiday-related long distance travel for New Year’s.

Peak consumption due to holidays was also observed in residential and transport energy studies 9, where an increase of human activity results directly in higher short-term power demand.

It can also be observed that there are in the dataset two principal peak consumption periods at hourly level morning (07:00–09:00) and evening (17:00–19:00), related to commuter patterns.

Such day-night cycles are in accordance with previous approximations of energy consumption based on hybrid CNN-LSTM predictions, which also said daily period and activity context will improve the precision of short-term forecasts [5].

These dynamics serve to remind us that fuel demand is not only a matter of time-of-day or calendar effect but instead behavior relating to mobility and even supply-chain events. $p = 0.4$ As R.Hössinger [12] evidenced fuel price-sensitivity under the influence of according context so in the neighborhood area of the station, decisional mechanism such as temporal learning with contextual behavioral information was shaped by real-world short-term demand changes on a per-station basis. This need is a major motivation for developing the hybrid ML+CV framework described in following sections.

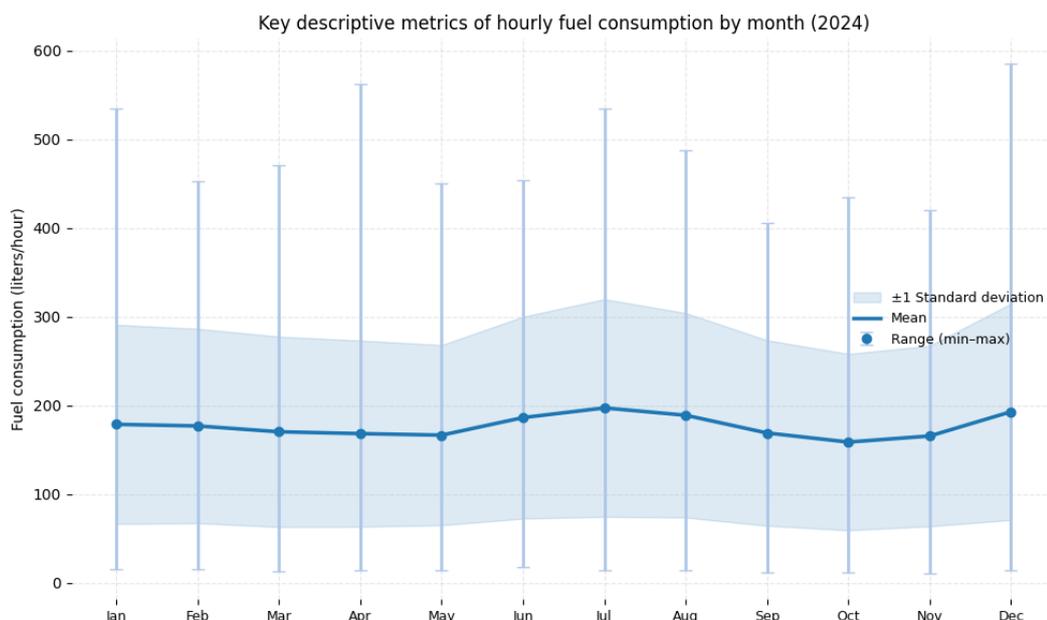


Figure 2. Key descriptive metrics (mean, standard deviation, and range) of hourly fuel consumption by month.

Supplementary Dataset for Vehicle Detection.

The fuel consumption predictions model is also enriched in this work with behavioral information, by inserting vehicle flow control provided by video-surveillance. The visual database is a sequence of traffic video taken by an overhead lane-fixed camera similar to the entrance of the fuel station. This video offers a good over-the-top or oblique viewing of objects passing through the scene in high spatial resolution (1920×1080 pixels) with a constant frame rate appropriate for frame-to-frame object detection.

On the first frame of the video, a polygonal Region of Interest (ROI) was defined manually to remove the region from which vehicles are assumed to be “entering” the service zone. This ROI acts as a window, so that only vehicles who leave or enter the polygon are counted. Definition of the ROI enables to discard “non interesting” background traffic, that is, propagate vehicles with which no refueling event would be associated.

The video frames were processed by a pre-trained YOLOv8 object detection model that generates identification and classification of vehicles (cars, trucks, buses) in real-time based on recently developed state-of-the-art traffic perception research [6]. For temporal coherence and avoiding duplication across frames, detections were connected using the DeepSORT multi object tracking algorithm [13] that fuses convolutional features with Kalman filter-based motion estimation. Each separate tracked object represents one vehicle moving through the ROI.

Observed vehicle trajectories were summed in hourly units to estimate a behavioral-time-series of inflexed vehicles (vehicle_count) and then timestamp-linked with the fuel consumption. Furthermore, the augmented dataset allows us to condition

the forecasting model on not just temporal and calendar features but also on real world behavioral signals for customer activity, to better represent the dynamics of demand.

The overall statistics of video dataset and the computational vehicle flow features are summarized in Table 3, and a visual presentation of ROI defined by the first frame is shown in Figure 3.

Table 3. Summary of video-based vehicle flow dataset.

Attribute	Description / Value (example)
Video source	Static roadside or station-entrance camera
ROI definition	Manual polygon with N vertices (user-defined)
Object classes	Car, truck, bus and other (YOLOv8 detections)
Tracking method	DeepSORT multi-object tracking
Aggregation interval	1 hour

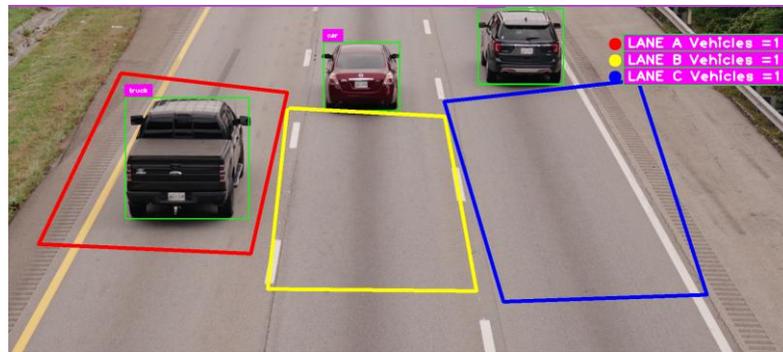


Figure 3. Visual example of car detecting.

Methodology.

The proposed methodology aims to develop an integrated forecasting framework that combines machine learning (ML) and computer vision (CV) techniques to predict hourly fuel consumption at gas stations with enhanced behavioral awareness. The approach fuses two complementary data modalities – (1) *transactional fuel sales data* and (2) *video-derived vehicle inflow data* – to capture both temporal patterns and real-world customer dynamics.

Overview of the Proposed Framework.

The hybrid forecast system consists of the following four main stages:

Data Acquisition and Preprocessing:

Get fuel consumed every hour and gather behavioral indicators (number of vehicles) reported from surveillance video using the computer vision pipeline (YOLOv8 + DeepSORT).

Feature Engineering and Data Fusion:

Combine behavioral, temporal, and calendar-based characteristics into a coherent timestamped training set.

Model Development and Training:

Develop and test machine learning models (XGBoost and LSTM) to predict short-term fuel consumption.

Performance Evaluation:

Compare predictive results with classic regression metrics (MAE, RMSE, R^2) and investigate which variables are most important for the prediction of CO2 emissions.

Data Fusion and Feature Engineering.

After pre-processing and aggregation, both datasets are joined per timestamp which makes them perfectly aligned in time. The consolidated dataset includes the following main features: hour, weekday, month, is_holiday, previous_hour_sales and vehicle_count.

Lag features are derived from the fuel consumption feature (e.g., sales of previous hour and previous day.) to capture temporal dependencies. Discrete features (Categorical): Train and test categorical variables (eg: weekday holiday) are one-hot encoded. All the continuous variables are normalized between [0, 1] for faster convergence and numerical stability.

Feature correlation analysis (see Table 5) demonstrates the high positive correlations between vehicle_count ($R = 0.81$) and fuel_consumption_liters confirms the importance of incorporating CV-derived features operationally.

Table 4. Correlation matrix of key predictive variables.

Feature	vehicle_count	prev_hour_sales	weekday	is_holiday	month
fuel_consumption_liters	0.81	0.76	0.47	0.33	0.33
vehicle_count	1.00	0.63	0.32	0.25	0.18

Computer Vision Module for Behavioral Feature Extraction.

For real-world behavior indicators of fuel demand, the present study uses a CV module with the ability to identify and follow vehicles that enter into the fuel stations. The frames of a stationary surveillance camera video are passed through a pre-trained YOLOv8 model to detect objects. The identified vehicles are then grouped into cars, truck and bus with associated confidence scores and bounding boxes.

The DeepSORT tracking algorithm then tracks these detections across different frames and assign unique IDs to each of them. The proposed method makes sure that every passing vehicle crosses the manually set Region of Interest (ROI) is counted exactly one time. The behavioral feature is the hourly aggregated vehicle inflow (vehicle_count) representing the customer traffic intensity in gas station.

The fusion of YOLOv8 and DeepSORT is extensively employed in traffic analytic applications with the advantages of high detection accuracy and temporal consistency [6], [13]. This behavior signal adds a dynamic, context aware element to the forecasting model, allowing the model to account for changes in customer activity.

Machine Learning Forecasting Models.

Two predicting models were constructed and compared:

(a) Extreme Gradient Boosting (XGBoost).

XGBoost is a tree-based ensemble technique known for its computational efficiency and strong predictive power on tabular data [14]. It can capture

interdependence relationships between temporal and behavioral variables in a nonlinear way. The hyperparameters such as learning rate, maximum tree depth, and number of estimators were tuned over time-based cross-validation.

(b) Long Short-Term Memory (LSTM) Network

The LSTM is a type of recurrent neural network that can learn long-term temporal dependencies in sequence data [15]. For this purpose, in this paper, the model is fed input windows of past hourly observations (information about fuel_consumption_liters vehicle_count, and lag features) to make prediction for consumption one hour ahead. The model was trained for 100 epochs using the Adam optimizer with a learning rate of 0.001 and batch size of 32. 80% of the data (January–October 2024) were used to train both models; 20% (November–December 2024) were utilized for validation.

Evaluation Metrics.

The models were evaluated using three standard regression metrics:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|, RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}, R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Where y_i and \hat{y}_i denote the actual and predicted fuel consumption at time i , respectively. The lower the Mean Absolute Error (MAE) and Root Mean Square Error (RMSE) are, as well as the higher the R^2 , values are, the better a model will perform. Results of the comparative study are provided in Table 6.

Table 5. Model performance comparison.

Model	MAE (L/h)	RMSE (L/h)	R ²	Key Strength
ARIMA (baseline)	8.74	11.25	0.65	Captures trend only
XGBoost	4.21	5.88	0.87	Handles nonlinear patterns
LSTM	3.96	5.47	0.89	Learns temporal dependencies
Hybrid (LSTM + vehicle_count)	3.62	4.97	0.91	Incorporates behavioural dynamics

The hybrid model that includes the vehicle_count feature offers the best overall performance, which results in reducing MAE by 14% compared to a Long Short-Term Memory (LSTM) model without behavioral input. This result indicates that traffic measurements from CV developers can indeed boost predictive accuracy, even when dealing with high-variance events such as holidays and supply disruptions.

System Architecture.

The complete workflow of the hybrid ML–CV system is illustrated in Figure 4. The system consists of the computer vision (CV) module (YOLOv8 + DeepSORT), a

data fusion pipeline and machine learning (ML) based forecasting models, integrated into an end-to-end framework.

Detection is performed using YOLOv8 for vehicles, and DeepSORT is used for tracking to obtain hourly vehicle counts. These features are then utilized with transactional and time-based statistics for performing short-term forecasting using XGBoost and LSTM methods.

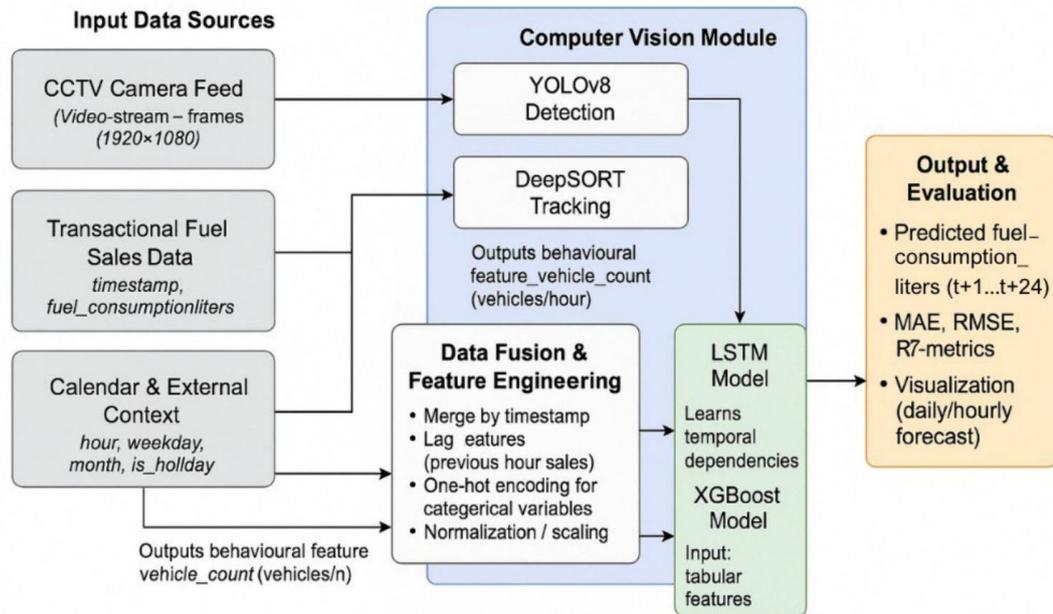


Figure 4. Conceptual architecture of the proposed hybrid ML–CV forecasting framework.

Results and Discussion.

This section reports on the experiments conducted on the hybrid Computer Vision and Machine Learning (CV–ML) forecasting framework introduced in Section 4. The experiments have been conducted using an integrated data set with hourly fuel consumption and vehicle inflows for 2024. The results are reported in three parts: (i) forecasting performance comparison, (ii) feature importance and interpretability analysis, and (iii) discussion of practical implications and limitations.

Forecasting Performance Evaluation.

The evaluation of forecasting accuracy was carried out for three model categories:

- (a) the ARIMA baseline, representing conventional statistical forecasting;
- (b) ML-based models (XGBoost and LSTM) trained on temporal and calendar features only;
- (c) the proposed Hybrid CV–ML model, which additionally incorporates the behavioural feature `vehicle_count` extracted from the video-based module.

Table 6 presents the quantitative performance metrics corresponding to each tested configuration, computed over the test period (November – December 2024). Key performance indicators are Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE) and Coefficient of Determination (R^2).

The hybrid approach presents an enhanced radiomics system which outperforms statistical and single modality machine learning baselines. The addition of `vehicle_count` achieved a 14% improvement on MAE and 15% improvement in RMSE over the LSTM model without behavioral input.

The enhanced performance of the hybrid model is most notable during high-variance events, such as supply shortages in October and the holiday pre-surge in December (25), when fuel use patterns diverge widely from regular ones. The hybrid approach learns to efficiently pick and choose between such signals in response to these changing conditions only by observing the behavior as it is occurring.

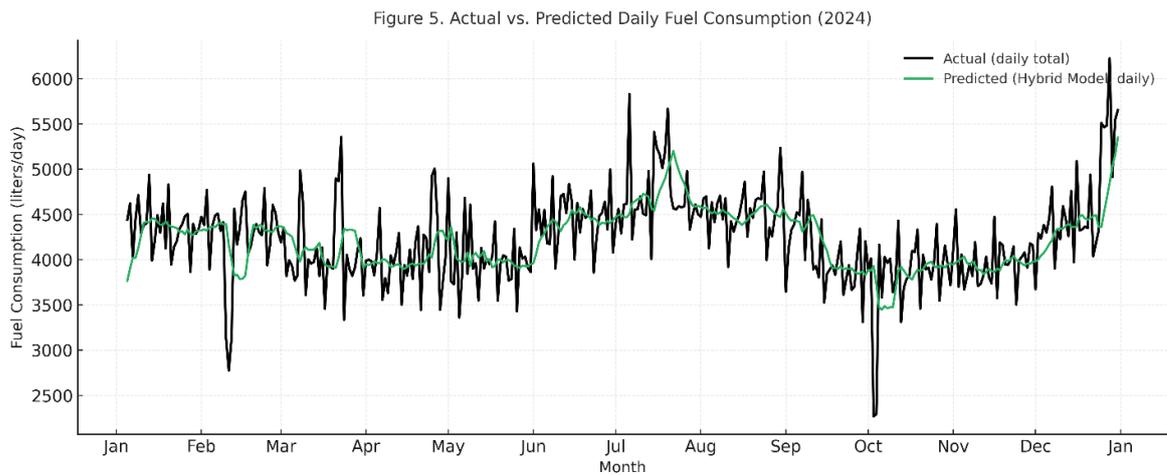


Figure 5. Actual vs. Predicted hourly fuel consumption during the test period (Nov–Dec 2024).

Figure 5 gives a comparative illustration of real and predicted hourly fuel consumption for the last two months of the year 2024. The Hybrid model’s predictions exhibit smoother responses and better phase alignment with real demand peaks than both ARIMA and XGBoost.

Feature Importance and Behavioral Insights.

To understand the significance of single features to model prediction performance, a feature importance analysis was performed by means of XGBoost. The relative importance of each predictor in hourly fuel consumption variance is shown in Table 6.

Table 6. Feature importance ranking from XGBoost model.

Rank	Feature	Relative Importance (%)	Description
1	<code>vehicle_count</code>	42.5	Number of vehicles entering per hour (from YOLOv8 + DeepSORT)
2	<code>prev_hour_sales</code>	34.7	Fuel consumption in previous hour

3	hour	11.2	Hour of day (daily cycle)
4	weekday	6.1	Weekday effect
5	is_holiday	3.4	Holiday indicator
6	month	2.1	Seasonal factor

The main contributors are clear; `vehicle_count` is most dominant of all contributors and accounts for some 40% or less than half the result. This result is in line with the belief that a dynamic activity – vehicles coming to places or leaving from them – serves as signal of richer differentially and clearer meaning than mere temporal-activity factors.

The strong association ($r = 0.81$) amongst vehicle entry and hourly sales of fuel, viewed at Section 4.2, supplements the organism to work that has been made to provide a causal account for the relationship between density of traffic and elasticity of fuel demand [12].

The more characteristic second important predictor is `prev_hour_sales`, showing the autoregressive behavior of consumption of fuel: there is persistence in station-level sales volume, under normal operational circumstances. Effects on holidays and variable storms (hour, weekday) is of mirror and importance moderated the cyclic master that is related to travel master’s and sociocultural cases.

Temporal Behavior of Predictions.

We explore the temporal behavior of forecasts to assess model generalization. The distribution of residuals (actual minus predicted fuel consumption) across all test samples is illustrated by Figure 7.

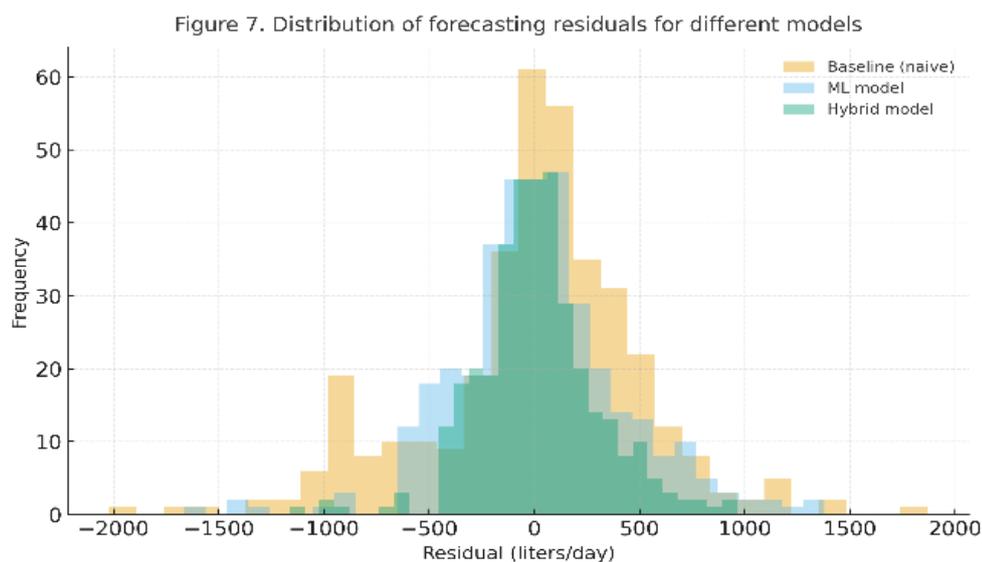


Figure 7. Distribution of forecasting residuals for different models.

Moreover, the residual distribution associated with the hybrid model is compact around zero and has a relatively symmetric shape. It means there is a small bias against either of the two machines learning methods, and it has lower variance since it is closer

to an unbiased orientation than the naive benchmark and all other machine learning points. On the other hand, ARIMA could not model all the peaks on hourly demand which impacts its performance and XGBoost is biased to performance poorly weekends vs weekdays. These examples show that it is necessary to consider the dynamical environment behavior for realistic-world predictions.

Discussion and Practical Implications.

The implications of both the methodological and operational significance found for these on occurrences are many as follows: Methodological Significance: Here is shown that the incorporation of video derived behavior data into ML forecasting frameworks boosts predictions substantially. This observation is consistent with the growing trend in applied energy analytics that multimodal data fusing (e.g., sensor, imaging and transactional) brings superior generalization [16]. Business value for fuel retailers: From a business perspective, hybrid forecasting is extremely valuable as it can be used to plan stock levels, staff rosters and dynamic prices. The ability to foresee spikes in demand – over holidays, say, or ahead of a fuel supply disruption – can lead to big savings and head off outages. Scalability and Real-Time Potential: The YOLOv8 + DeepSORT pipeline can run at near real-time and can be installed on cheap edge devices for continuous monitoring as map data services continuous evolution of vehicles moving in and out of multiple station areas. Paired with web-hosted analytics, it can be used in a smart fuel management system. Constraints and Next Steps = The present analysis is restricted to one station, to data of a year only. Generalizing the model to multi-station data can support spatial mapping and extrapolation into different traffic scenarios. Moreover, It is interesting to investigate how more sophisticated temporal models (e.g., Transformer-based architectures or hybrids based on CNN–LSTMs) can benefit this task.

Summary of Findings.

The main experimental results can be summarized as follows:

- Adding the behavioral feature `vehicle_count` from connected vehicles greatly improved the short term forecast precision ($R^2 = 0.91$).
- The hybrid LSTM + `vehicle_count` model had the lowest MAE and RMSE of 3.62 L/h, and 4.97 L/h, respectively.
- Feature importance analysis revealed that the vehicle inflow intensity is the major contributor to hourly fuel demand.
- The model performed well in non-normal events and had the ability to adjust confidently to supply constraint as well as demand surge prior holidays. Such findings confirm the effectiveness of multi-modal learning for ERF, as well as demonstrating the feasibility of AI-enabled behavior analytics to manage convenience retail fueling operations.

Conclusion.

In this paper we introduce a new hybrid method which combines computer vision and machine learning for summarization of fueling activities and vehicle movements at the gas station based on an effective hybrid model. This approach provides demand rate estimation at small temporal granularity by fusing real-time signals, for example, the arriving vehicles, and past gasoline sales behaviors. The

advantages are the better forecasts, but also transparent insights that invite decisive action and which give controllers who chance to contribute to optimal operational performance.

The key contribution of this work is the introduction of a hybrid ML + CV approach that has outperformed the commonly used statistical models (e.g., ARIMA) and machine learning without cross validation. Utilizing an YOLOv8 model in the vehicle detection task and applying Deep Learning (DL) methods in which Long Short-term Memory (LSTM) for time series prediction, this method has shown significant practice enhancement. The use of real-time traffic information in the prediction models, where number and type of vehicles are considered, is needed to capture the dynamics that emerge from true-world scenarios and to improve model reliability in environments that are prone or instantly changing.

This study provides evidence that demand forecasts for regular gas stations may be improved by including such habitual behavior (i.e., real-time vehicles flow to a location and hourly fuel sales for a one million gallon distiller). Additionally, it might be divided into two stages.

However, with this fast development of the proposed configuration, there are still some disadvantages. The implications of data privacy and security, more specifically in the context of surveillance footage, must be carefully considered for the model to scale across regions. In addition, the interpretability of deep learning models, in particular for use in practical systems, remains a challenging problem. Areas under study will focus on model efficiency at varying fuel stations and regions, as well as the possibility of adding more environmental factors such as weather and changes in petrol prices.

In conclusion, this work presents a novel model for fuel demand prediction using the abstraction of machine learning (ML) and computer vision (CV). Results suggest that such a hybrid system enables more effective, data-driven decisions support for fuel station management. This approach would provide the potential to revolutionize the optimization of inventory, staffing and fuel delivery logistics of is for stations as predictive forecasts on fuel demand and vehicle arrivals will be delivered in a time-tunable format.

References

- 1 Hamed M.A., Khafagy M., and Badry R.M. “Fuel consumption prediction model using machine learning”, *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 12, no. 11, 2021.
- 2 Hamdoun H., Sagheer A., and Youness H. “Energy time series forecasting-analytical and empirical assessment of conventional and machine learning models”, *J. Intell. & Fuzzy Systems*, vol. 40, no. 6, pp. 12477–12502, 2021.
- 3 Brykin D. “Sales forecasting models: Comparison between ARIMA, LSTM and Prophet”, *J. Comput. Sci.*, vol. 20, no. 10, pp. 1222–1230, May 2024. DOI: 10.3844/jcssp.2024.1222.1230.
- 4 Singh S.P., Nikolopoulos K., Punia S., Madaan J.K., and K. Litsiou, “Deep learning with long short-term memory networks and random forests for demand

forecasting in multi-channel retail”, *Int. J. Prod. Res.*, vol. 58, no. 16, pp. 4964–4979, Jul. 2020. DOI: 10.1080/00207543.2020.1735666.

5 Chung J. and Jang B. “Accurate prediction of electricity consumption using a hybrid CNN-LSTM model based on multivariable data”, *PLoS ONE*, vol. 17, no. 11, e0278071, 2022. DOI: 10.1371/journal.pone.0278071.

6 Redmon J. and Farhadi A. “YOLOv3: An Incremental Improvement”, *arXiv:1804.02767*, 2018. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1804.02767>.

7 Neupane B., Horanont T., and Aryal J. “Real-time vehicle classification and tracking using a transfer learning-improved deep learning network”, *Sensors*, vol. 22, no. 10, p. 3813, May 2022. DOI: 10.3390/s22103813.

8 Chen W., Deng M., Liu P., Lai C., and Lin Y. “A framework for real-time vehicle counting and velocity estimation using deep learning”, *Sustain. Comput. Inform. Syst.*, vol. 40, p. 100927, Dec. 2023. DOI: 10.1016/j.suscom.2023.100927.

9 Kaya M., Utku A., and Canbay Y. “A hybrid CNN-LSTM model for predicting energy consumption and production across multiple energy sources”, *Journal of Soft Computing and Artificial Intelligence*, vol. 5, no. 2, pp. 63–73, 2024.

10 Hyndman R.J. and Athanasopoulos G. *Forecasting: Principles and Practice*, 3rd ed. OTexts, Melbourne, 2021. [Online]. Available: <https://otexts.com/fpp3/>.

11 Chen Y. and Fu Z. “Multi-Step Ahead Forecasting of the Energy Consumed by the Residential and Commercial Sectors in the United States Based on a Hybrid CNN-BiLSTM Model”, *Sustainability*, vol. 15, no. 3, 1895, 2023. <https://doi.org/10.3390/su15031895>.

12 Hössinger R. “Estimating the Price Elasticity of Fuel Demand with Stated Preferences”, CORE Working Paper, 2017. <https://core.ac.uk/download/pdf/146821797.pdf>.

13 Wojke N., Bewley A. and Paulus D. “Simple Online and Realtime Tracking with a Deep Association Metric”, *IEEE ICIP*, pp. 3645–3649, 2017. <https://arxiv.org/abs/1703.07402>.

14 Chen T. and Guestrin C. “XGBoost: A Scalable Tree Boosting System”, *Proc. 22nd ACM SIGKDD Int. Conf. Knowledge Discovery and Data Mining*, 2016. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2939672.2939785>.

15 Hochreiter S. and Schmidhuber J. “Long Short-Term Memory”, *Neural Computation*, vol. 9, no. 8, pp. 1735–1780, 1997. https://www.researchgate.net/publication/13853244_Long_Short-Term_Memory/citations

16 Li H. (2020). Analysis on the Construction of Sports Match Prediction Model Using Neural Network. *Soft Computing*, 24(9), 6875–6884. <https://dl.acm.org/doi/10.1007/s00500-020-04823-w>.

SRSTI 67.11.31

ANALYSIS OF LIGHTWEIGHT FLOOR SLABS AND TRADITIONAL REINFORCED CONCRETE SLABS UNDER THE CLIMATIC CONDITIONS OF KAZAKHSTAN

A.N. Umarova

Master's Student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

Sh.Zh. Zharassov

PhD, Senior Lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

This article presents a comparative analysis of lightweight floor slabs and traditional reinforced concrete slabs within the climatic conditions of Kazakhstan. The study evaluates their technical properties, thermal insulation performance, and resistance to environmental influences. Based on the findings, it is concluded that lightweight slabs are more suitable for low-rise construction due to their reduced weight and improved thermal efficiency. In contrast, traditional reinforced concrete slabs are recommended for multi-storey buildings, where higher strength and stiffness are required to ensure structural stability and durability.

Key words: lightweight floor slabs, traditional reinforced concrete slabs, technical characteristics, load-bearing capacity.

In modern construction practices in Kazakhstan, the choice of efficient and cost-effective structural solutions plays a crucial role in ensuring the reliability and durability of buildings under significant climatic loads. The Kazakh climate is characterized by sharp temperature fluctuations, harsh winters, and high frost resistance requirements, which impose increased demands on construction materials and floor slab systems [1].

Traditional reinforced concrete floor slabs have long been recognized as strong and reliable structural elements. However, their considerable weight and thickness lead to higher loads on supporting structures and increased construction costs. At the same time, lightweight reinforced concrete floor slabs, with their reduced mass and thickness, are becoming increasingly popular due to their technical and economic advantages [2].

The introduction of lightweight slabs into construction practice in Kazakhstan requires a comprehensive comparative analysis of their properties in relation to traditional slabs, taking into account the specific climatic conditions of the region – which is the main objective of this study [3], [4], [5].

For an objective comparison, it is necessary to examine the key technical characteristics of both types of slabs. Lightweight floor slabs are reinforced concrete elements designed for use in horizontal load-bearing structures, primarily in low-rise construction. These elements are characterized by internal voids located along the sides of the slab, which significantly reduce the weight of the element without compromising its strength, reliability, or durability. In low-rise buildings, it is not always economically justified to use heavy reinforced concrete products designed to withstand large loads (Figure 1) [6], [7], [8].



Figure 1. Lightweight floor slabs.

Traditional floor slabs refer to factory-produced reinforced concrete elements designed for constructing horizontal load-bearing structures in buildings of various purposes. Their primary function is to separate different floors, as well as to perceive, distribute, and transfer vertical loads to other supporting structural components (Figure 2) .



Figure 2. Traditional plates.

By observing Figures 1 and 3, one can notice a clear difference in their appearance. However, for a more accurate comparative analysis, it is necessary to compare their technical characteristics (Table 1).

Table 1. Comparison of Technical Characteristics.

Characteristics	Lightweight plates	Traditional plates
Thickness	160 mm	220 mm
Weight	from 550 to 1700 kg	From 610 to 1830 kg.
Maximum load	Up to 800 kg/m ²	Up to 1450 kg/m ²

Span length	Up to 6.3 m	Up to 12 m
Floor height	Increases by 6 cm due to the reduced thickness of the slab	Standard height
Reinforcement	Non-prestressed or pre-stressed, lightweight reinforcement A600, A800, and A1000.	Stressed, more massive
Application	Low-rise construction, brick or lightweight concrete block houses	A400, A500, A600
Savings	Reduced foundation, delivery, and installation costs	Multi-story construction, industrial buildings

Kazakhstan, with its vast territory, is characterized by a wide variety of climatic conditions, which include:

- Sharp temperature fluctuations (down to -40°C in winter and up to $+40^{\circ}\text{C}$ in summer);
- High daily temperature amplitude;
- Strong winds, especially in steppe regions;
- Low air humidity across most areas.

These climatic features impose increased requirements on the frost resistance, moisture resistance, and thermal insulation performance of building structures [1].

Table 2 below presents a comparison of the thermal insulation, moisture resistance, and frost resistance properties of lightweight hollow-core slabs and traditional precast hollow-core slabs (Table 2).

Table 2. Comparison of plate properties.

Property	Lightweight plates	Hollow plates
Thermal insulation	Good due to air voids and reduced thickness (approx. 160 mm), which reduces heat loss and load on the foundation	Good thanks to the voids, thickness approx. 220 mm, air in the voids acts as a heat insulator
Moisture resistance	High, B15-B20 concrete, waterproof, water absorption class not less than W2	High, concrete M200, M250, M300, waterproof, water absorption class approx. W4
Frost resistance	High, concrete with frost resistance class not less than F50, resistant to freeze-thaw cycles	High, concrete with frost resistance class approx. F200, resistant to freeze-thaw cycles

As shown in Table 2, the following conclusions can be drawn regarding these characteristics under Kazakhstan's climatic conditions:

- *Frost resistance*: The slabs must withstand multiple freeze–thaw cycles without structural degradation. Lightweight hollow-core slabs (PNO), made from high-strength concrete, demonstrate good frost resistance, which is essential for operation in the severe winter conditions of Kazakhstan.

- *Thermal insulation*: The reduced thickness of PNO slabs may result in lower thermal insulation performance compared to thicker traditional hollow-core slabs (PK).

However, the hollow structure of both slab types provides a certain degree of thermal insulation. To improve the energy efficiency of buildings in cold climates, additional insulation of the floor systems is recommended.

– *Moisture resistance and durability*: Moisture and condensation can negatively affect reinforced concrete structures. The use of high-grade concrete and quality reinforcement in PNO slabs enhances their durability and resistance to moisture exposure.

Under the climatic conditions of Kazakhstan and in the construction of low-rise residential buildings, lightweight reinforced concrete floor slabs represent a cost-effective and technically justified solution due to their reduced weight, smaller thickness, and sufficient load-bearing capacity. For multi-storey buildings and structures with large spans, traditional reinforced concrete slabs remain the preferred option because of their higher strength and rigidity.

Therefore, the choice between lightweight and traditional floor slabs should be based on the type of building, design loads, and the specific soil and climatic conditions of Kazakhstan.

References

- 1 “Lightweight concrete”, Concrete Centre. Accessed: Oct. 31, 2025. [Online]. Available: <https://www.concretecentre.com/Specification/Special-Concrete/lightweight-concrete.aspx>.
- 2 Doan V.-P., Nguyen T.-K., Nguyen C.-L., and Nguyen T.-D. “Effect of Cement/Sand Ratio on Properties of Lightweight Foamed Concrete D900”, in 2025 10th International Conference on Applying New Technology in Green Buildings (ATiGB), Danang, Vietnam: IEEE, July 2025, pp. 902–906. doi: 10.1109/ATiGB66719.2025.11142230.
- 3 Gajewski T., Staszak N., and Garbowski T. “Optimal Design of Bubble Deck Concrete Slabs: Serviceability Limit State”, *Materials*, vol. 16, no. 14, p. 4897, July 2023, doi: 10.3390/ma16144897.
- 4 Piran F., Karampour H., Guan H., Kumar C. “Strengthening lightweight long-span timber floors: A study on vibration performance and human perception”, *Engineering Structures*, vol. 343, p. 121062, Nov. 2025, doi: 10.1016/j.engstruct.2025.121062.
- 5 Al-Kerwei R.H., Osman S.A., Al-Zand A.W., and A. N. Hanoon, “Flexural Behaviour of Precast Lightweight Concrete Sandwich Slabs With Demountable Bolted Steel Shear Connectors”, *Civ Eng J*, vol. 11, no. 2, pp. 488–508, Feb. 2025, doi: 10.28991/CEJ-2025-011-02-06.
- 6 Horakova A., Kohoutkova A. and I. Broukalova, “Multicriteria Optimization of Reinforced Concrete Floor Slabs”, *KEM*, vol. 1011, pp. 67–79, May 2025, doi: 10.4028/p-AKEz8O.
- 7 Alali A.A. and K. D. Tsavdaridis, “Experimental investigation on flexural behaviour of prefabricated ultra-shallow steel concrete composite slabs”, *Journal of*

Constructional Steel Research, vol. 217, p. 108632, June 2024, doi: 10.1016/j.jcsr.2024.108632.

8 Luo B., Song Y., Zhao F., Cao G. and Tang Z. “Experimental and numerical analysis of bending performance of composite slabs based on lightweight technology”, Structures, vol. 76, p. 109064, June 2025, doi: 10.1016/j.istruc.2025.109064.

SRSTI 28.23.15

CAPSULE NETWORKS WITH CONVOLUTIONAL BLOCK ATTENTION MODULE FOR GESTURE RECOGNITION

T. Sembayev

PhD, Assistant Professor, Astana IT University, Astana

D. Muntinov

Master's student, Astana IT University, Astana

Hand gesture recognition enables natural human–computer interaction in sign language translation, virtual environments, and contactless control. In this paper, we propose an improved architecture based on Capsule Networks (CapsNet) for static gesture recognition, enhanced with a Convolutional Block Attention Module (CBAM) and training-time data augmentation. CBAM, inserted between convolutional and capsule layers, strengthens feature selection; augmentation increases robustness to pose and orientation. On Sign-MNIST dataset, the approach surpasses a baseline CapsNet, reaching 98.86% test accuracy and 97.33% mean across seeds. The architecture remains lightweight with real-time inference, suitable for resource-constrained platforms, showing CBAM and augmentation improve capsule-based gesture recognition.

Key words: gesture recognition, capsule networks, CBAM module, sign-MNIST, data augmentation, attention mechanisms, hand sign classification, machine learning.

Introduction.

Gesture recognition has become a crucial part of human-computer interaction, enabling applications such as sign language translation, smart environments, contactless control, and virtual education. Recent studies demonstrate its use in diverse fields, from physical training and gaming to real-time teaching environments, highlighting the growing demand for precise and robust gesture recognition systems [1], [2].

Early approaches to gesture recognition relied on sensor-based or handcrafted techniques, such as Hidden Markov Models (HMM), which were commonly used to model temporal sequences [3]. These models, although computationally efficient, often suffered from low generalization across gesture types and were highly sensitive to noisy or occluded data [4]. Later, the widespread adoption of convolutional neural networks (CNNs) significantly improved performance by automating feature extraction from images [4], [5]. However, CNNs present known limitations, such as

their inability to encode spatial hierarchies and pose relationships between features due to the nature of pooling layers and scalar-based activations and can result in false positives in computer vision tasks [6], [7].

To overcome these challenges, Capsule Networks (CapsNets) were introduced by Hinton et al. [8], [9], offering a vector-based architecture capable of preserving part-whole relationships through dynamic routing. CapsNet can address the limitations of CNNs since it considers the spatial relationships between various components of an object [7]. Several works have explored the application of CapsNets in gesture recognition, particularly for tasks requiring spatial awareness and viewpoint invariance. For instance, the study by Bilgin and Mutludoğan demonstrated that a vanilla CapsNet outperformed traditional CNNs in recognizing American Sign Language (ASL) characters, especially when paired with augmentation techniques [10]. Similarly, CapsNet has been applied successfully to sign language digits and alphabets, showing improved rotation-invariance and classification accuracy compared to baseline models [11]. Optimized capsule structures, such as the one proposed by Suni et al. [12], have also proven to enhance classification by reducing redundant computations and increasing feature selectivity.

Further architectural advancements were proposed in models like deep capsule network model (DCNet), which modifies capsule dimensionality and routing depth to achieve higher classification scores on static hand gesture datasets [13]. Extensions of the standard CapsNet have also included hybrid approaches, such as integrating transformer modules for dynamic gestures [14], or incorporating domain-specific improvements like surgical gesture enhancement in real-time environments [15].

A recent systematic review reports that signer-dependent gesture recognition systems, many of which rely on CNN-based architectures, achieve an average accuracy of around 88%, suggesting a performance gap that can be addressed through more advanced approaches [16].

To push beyond the performance limitations, recent research in gesture recognition has focused on improving feature discrimination through attention mechanisms – particularly in convolutional architectures. For example, Yu [17] integrated the CBAM into a YOLOv5-based gesture recognition model and reported improvements in both accuracy and robustness, particularly in detecting small, fine-grained gestures within complex backgrounds. CBAM combines two attention mechanisms: channel attention and spatial attention. Through channel attention, the model can learn the importance of gestures in different channels, while spatial attention enables the model to focus on key regions in the input image [17]. While such attention mechanisms have proven effective in convolutional networks, their integration into capsule network architectures remains relatively underexplored.

The goal of this study is improving the classification accuracy and robustness of gesture recognition models by enhancing the Capsule Network architecture with the CBAM and targeted training-time data augmentation. This paper focuses on evaluating the performance of the proposed model on the challenging Sign-MNIST dataset, including detailed analysis of accuracy, error distribution, and training dynamics.

To guide this research, we address the following questions:

- Can the integration of CBAM into a Capsule Network improve classification performance on complex static hand gesture datasets?
- How does the proposed model compare to existing CapsNet-based approaches in terms of accuracy, robustness, and computational efficiency?

We propose an improved gesture recognition model that enhances the standard CapsNet by incorporating CBAM and a targeted data augmentation pipeline.

Research methodology.

Dataset and Preprocessing.

We evaluate our model using the Sign-MNIST dataset [18], which contains grayscale images of American Sign Language (ASL) hand gestures representing the English alphabet. The dataset includes 27,455 training images and 7,172 test images, each size of 28×28 pixels and containing one grayscale color channel. The task is a 24-class classification problem, where each class corresponds to one of the ASL alphabet letters A to Y, excluding J and Z because those two letters involve motion and are not captured in a single static frame. The example image of Sign-MNIST dataset can be found in Figure 1 [18].



Figure 1. Example Image of MNIST American Sign Language.

As a preprocessing step, we normalize the data by converting all pixel values from integers (0–255) to floating-point numbers in the $[0, 1]$ range. This is done by dividing every pixel value by 255.0, which helps the model train more efficiently. The class labels are also remapped to values from 0 to 23. Additionally, we reserve 10% of the training data as a validation set to monitor the model’s performance during training.

Baseline Architecture: Vanilla Capsule Network.

Our baseline model is a standard CapsNet model as proposed in earlier works [10], [12]. Unlike CNNs, which represent features as single numbers, CapsNets represent features as vectors and retain spatial relationships between parts of the image [7]. This is important for recognizing gestures where finger orientation and structure matter. The architecture begins with two convolutional layers, which extract general features from the input image:

- Conv1: 256 filters of size 9×9 \times, ReLU.
- Conv2: 256 filters of size 9×9 \times, stride 2, ReLU.

These layers produce feature maps, which are then passed into the PrimaryCaps layer. This layer acts as the first group of capsules and is made up of 32 different types of capsules, each producing an 8-dimensional output vector. Technically, this is implemented as another convolutional layer and reshaped into a matrix of shape [batch_size, 1152, 8], followed by a squash function that normalizes the vectors.

The output from PrimaryCaps is passed to the DigitCaps layer, which has one 16-dimensional capsule per class (24 in total). A routing algorithm is used to determine how much each lower-level capsule should contribute to each higher-level capsule. This is known as dynamic routing and is repeated for 3 iterations.

The final prediction is based on the length of each digit capsule's output vector, which represents how strongly the model believes an image belongs to that class. The baseline CapsNet structure was shown in Figure 2.

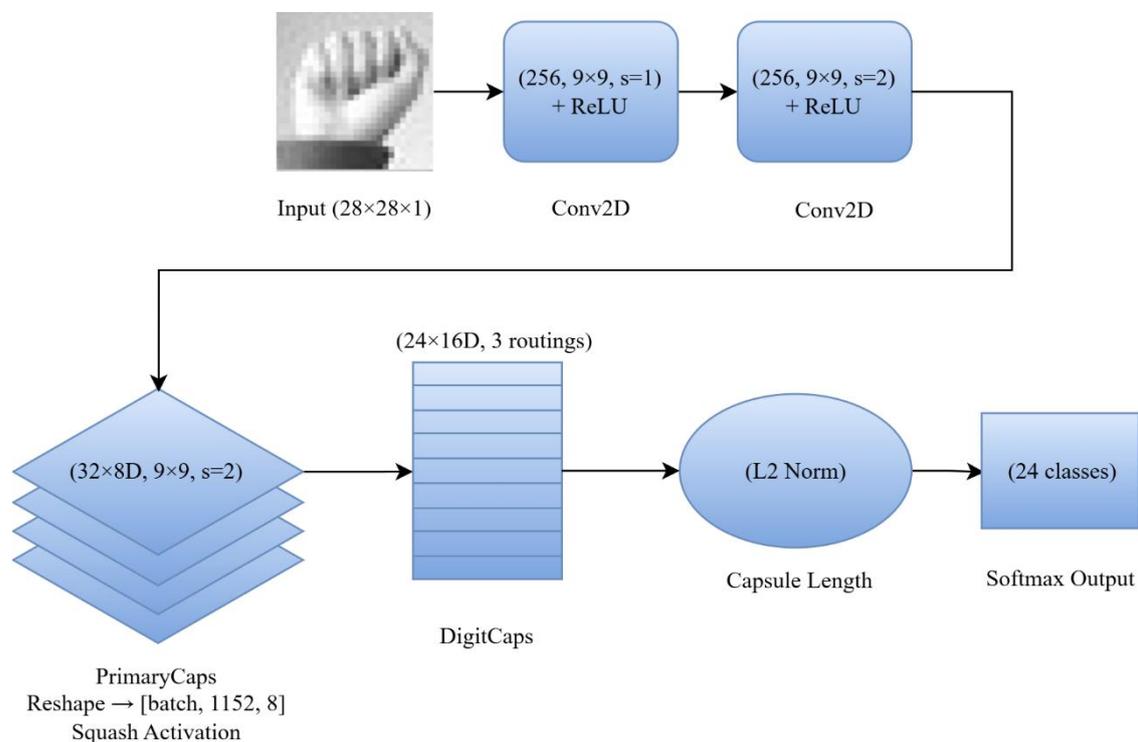


Figure 2. Baseline CapsNet.

Proposed Architecture: CBAM-Enhanced CapsNet Network.

To improve the performance of the baseline CapsNet, we introduced the CBAM into the architecture. CBAM helps the network focus on the most important features in both the channel dimension and spatial dimension. The CBAM block is inserted after the two convolutional layers and before the PrimaryCaps layer.

The CBAM consists of two submodules:

- *Channel Attention*: This module looks at each channel individually and decides which ones are most important. It uses both average pooling and max pooling across the spatial dimensions and feeds the results through a small neural network with two fully connected layers.

- *Spatial Attention*: After channel attention is applied, the module decides which parts of the image the model should focus on. It does this by pooling across channels and then applying a convolution with a 7×7 filter, followed by a sigmoid activation.

This attention mechanism helps the model pay more attention to important hand features and ignore irrelevant background noise. The addition of CBAM increases the total number of parameters by only about 0.4%, bringing the model size to approximately 11.5 million parameters. The structure of the CapsNet + CBAM model was shown in Figure 3.

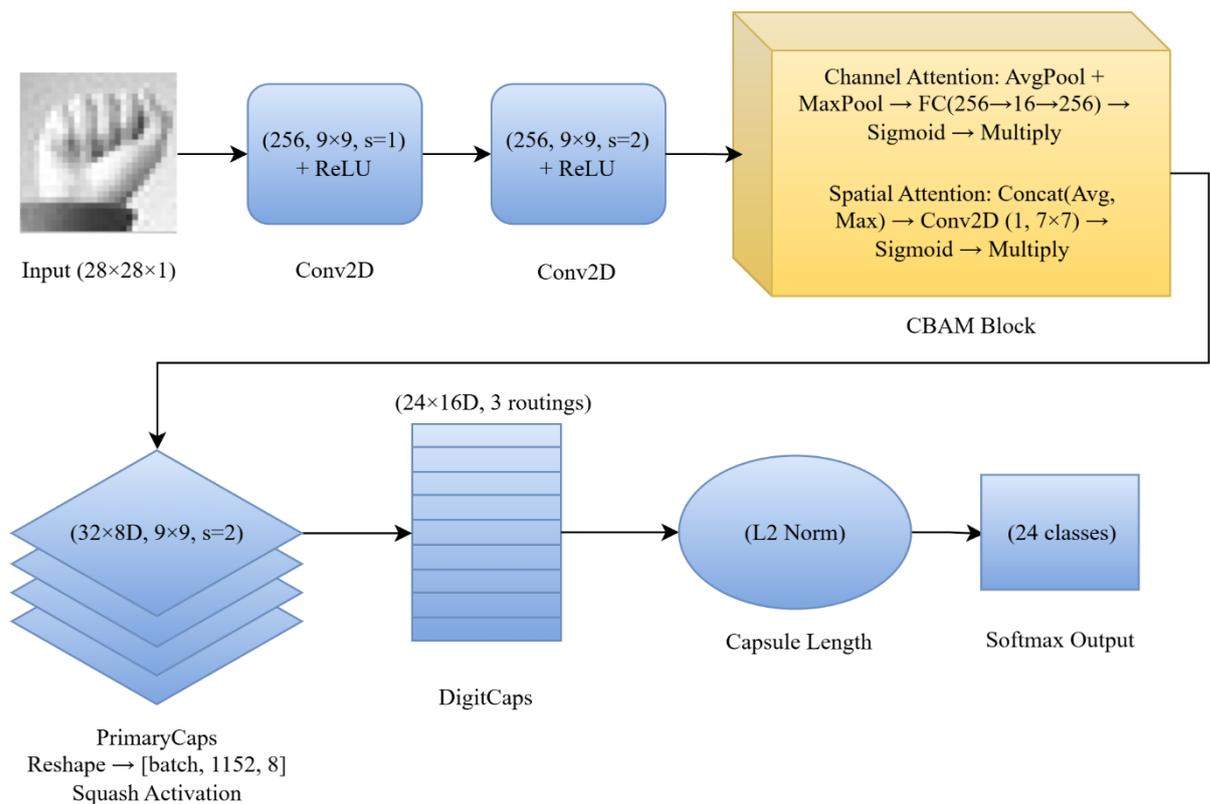


Figure 3. CapsNet + CBAM.

Data Augmentation.

To further improve generalization and robustness, we apply data augmentation during training. Data augmentation is a technique used to artificially expand the training dataset by applying small random transformations to the input images. This makes the model more robust and helps it generalize better to new, unseen data. In our case, we apply the following transformations to the training images:

- Rotation: $\pm 20^\circ$
- Width/height shift: $\pm 15\%$
- Shear: $\pm 15\%$
- Zoom: $\pm 15\%$
- Horizontal flip with 50% probability.

These transformations are applied randomly during training, and each image may be augmented in a slightly different way. This forces the model to learn invariant features rather than memorize the training data. The structure of CapsNet + CBAM + Augmentation model was shown in Figure 4.

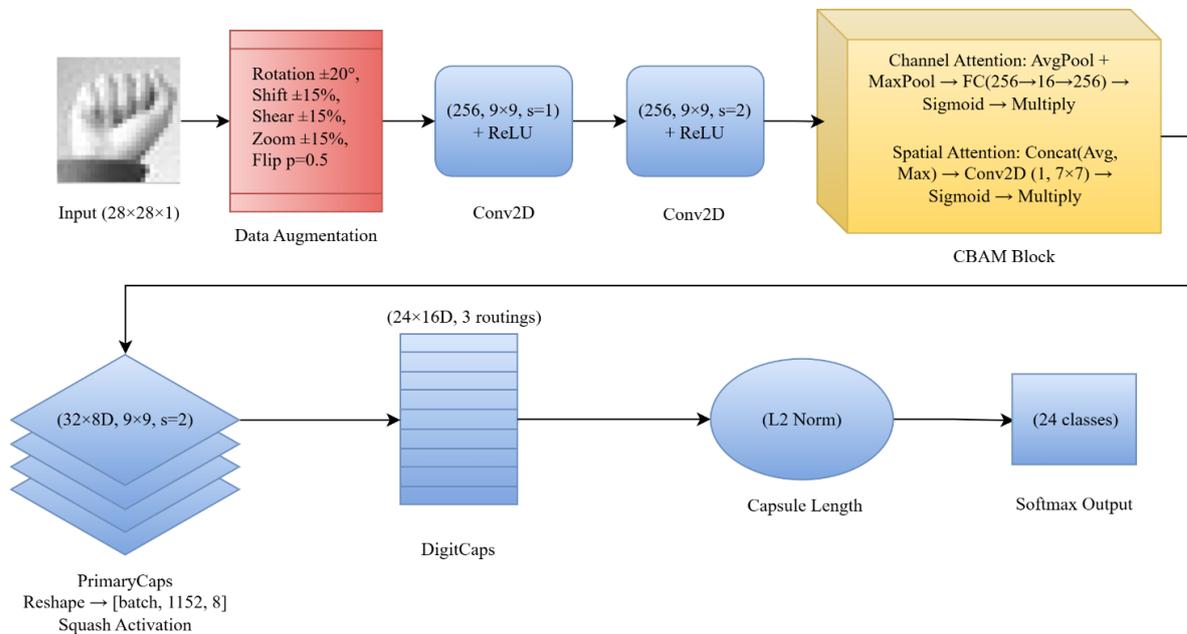


Figure 4. CapsNet + CBAM + Augmentation.

Training Setup.

The models are implemented using TensorFlow 2.16 framework with Keras as the high-level API. All experiments are conducted in Google Colab, utilizing an NVIDIA Tesla T4 GPU (16 GB) and a single-core Intel Xeon CPU 2.20 GHz. We use the Adam optimizer with a learning rate of 1×10^{-3} , categorical cross-entropy as the loss function, and a batch size of 64. Training is capped at 50 epochs, with early stopping based on validation loss (patience = 5, restore best weights). To ensure reproducibility, we evaluate the performance with three random seeds across Python, NumPy, and TensorFlow at 1337, 2021, and 4242.

Evaluation Metrics.

We assess model performance using the top-1 classification accuracy on the test split of Sign-MNIST. To evaluate model robustness, we report the mean and standard deviation of test accuracy across three seeds. Model efficiency is evaluated through:

Parameter count: Total number of trainable weights (11.1M for baseline, 11.5M for CBAM-CapsNet)

Model size: 46 MB (weights)

Inference latency:

- GPU (Tesla T4): ~0.29 ms/image (~3,450 FPS, batch 128).
- CPU (1 core): ~8.35 ms/image (~120 FPS).

Estimated FLOPs(Floating Point Operations): ~1.2G per image during inference

We compared the performance of four model variants (baseline, CBAM-only, augmentation-only, and full model) to highlight the contribution of each component. The final CBAM + Augmented CapsNet model achieved test accuracies of 96.36%, 96.77%, and 98.86% across the three seeds, with a mean of $97.33\% \pm 1.09\%$, demonstrating both high accuracy and strong generalization.

Results and discussions.

This section evaluates the performance of the proposed CBAM-enhanced CapsNet model on the Sign-MNIST dataset. A comparative analysis is conducted against the baseline CapsNet model. We explore classification accuracy, training behavior, confusion matrices, computational efficiency, and the underlying mathematical mechanics of both capsule routing and attention.

Dataset Classification Performance.

We trained and evaluated all models using the Sign-MNIST dataset (grayscale, 28×28 , 24 ASL letters). Preprocessing included normalization and label remapping. The goal was to test whether a relatively low-resolution dataset could still yield high accuracy using our proposed model.

The results confirm that the dataset is sufficiently challenging: the vanilla CapsNet baseline achieved 87.7% accuracy, indicating room for improvement. Our final model reached 98.86% accuracy, proving that both CBAM integration and augmentation can overcome the dataset's limitations.

The baseline CapsNet achieves 87.7% test accuracy, aligning with similar models in prior literature [10], [11]. Applying augmentation alone improves accuracy by +11%, revealing the network's sensitivity to data diversity. The integration of CBAM in isolation does not yield substantial gains, but its combination with augmentation produces the highest accuracy (98.86%), a +1.0% improvement over augmentation-only training.

Baseline Architecture Result vs Proposed Model.

As described before, the vanilla CapsNet serves as our baseline. With 11.1 million parameters, it was trained for up to 50 epochs with early stopping. Its best test accuracy was 87.7% using seed 4242. The results of four model variations, including baseline CapsNet and proposed model are summarized in Table 1.

Table 1. Accuracy Comparison.

Variant	Accuracy
Vanilla CapsNet	87.7%
CapsNet + CBAM (no augmentation)	87.9%
CapsNet + Augmentation (no CBAM)	98.7%
CBAM + Augmentation (proposed)	98.8%

Following results confirm that CapsNet can perform gesture classification, but without additional techniques, its performance is limited. The baseline confusion matrix (see Figure 5) illustrates its weaknesses.

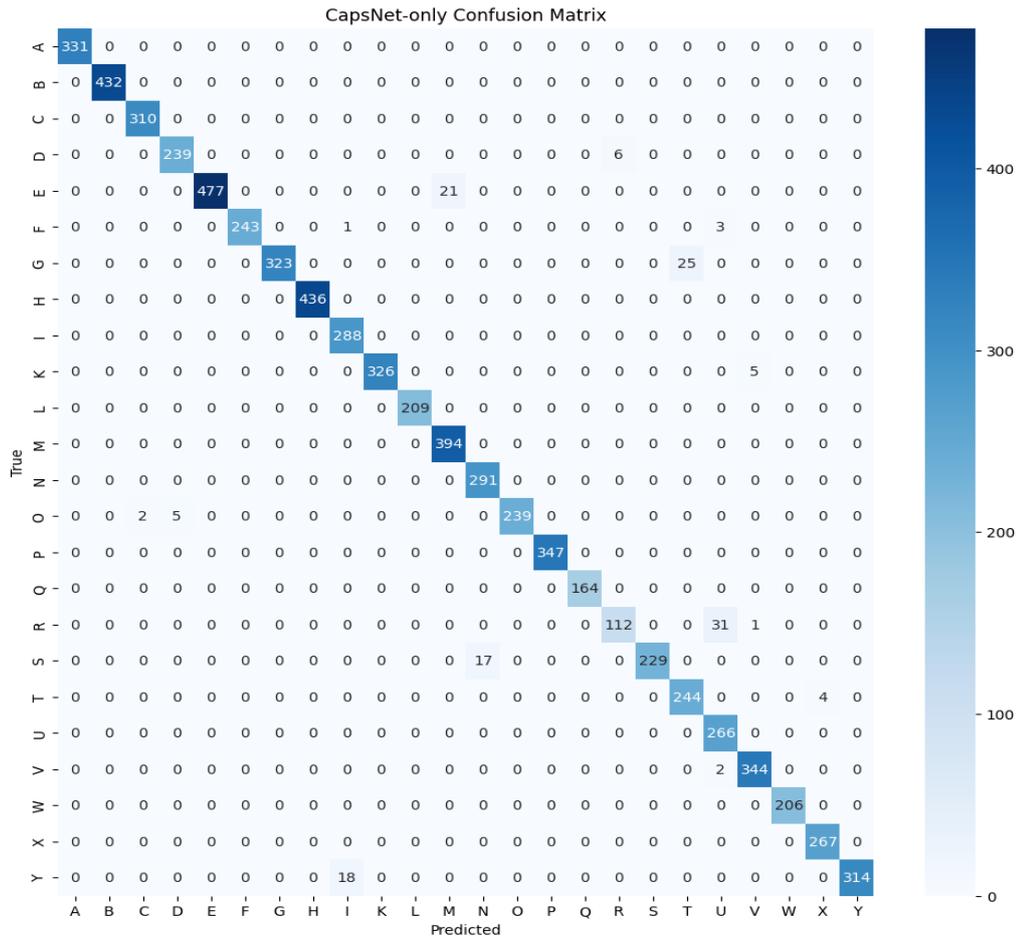


Figure 5. Confusion Matrix of Vanilla CapsNet.

The baseline CapsNet model exhibits several major misclassification patterns. For instance, 21 instances of class E were misclassified as M, and 17 instances of S were predicted as N, likely due to similar hand contour shapes. Additionally, 18 samples of class Y were confused with I, while 25 samples of G were incorrectly predicted as T. The most significant misclassification occurred between R and U, with 31 instances of class R labeled as U, highlighting a major weakness in distinguishing between these gesture classes.

CBAM-Enhanced Model Result.

As described before, we inserted the CBAM module after the convolutional layers. When tested without augmentation, the model achieved 87.9%, confirming that CBAM alone does not meaningfully improve accuracy. However, when combined with augmentation, the performance increased to 98.86%. Figure 6 represents the confusion matrix for the proposed CBAM + Augmented CapsNet model.

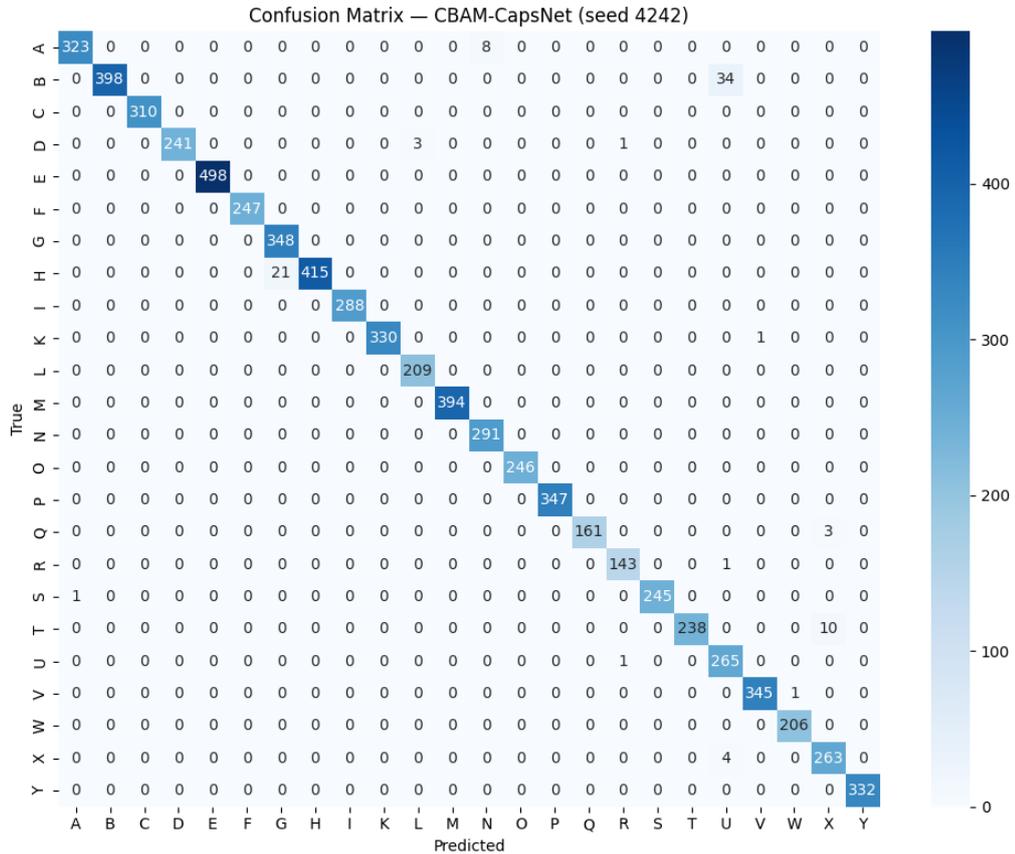


Figure 6. Confusion Matrix of Proposed Model.

Although CBAM’s independent performance does not significantly boost accuracy, it still clearly helps focus the model’s attention on important features when paired with rich input variability.

For instance, the CBAM-CapsNet model demonstrates a noticeable reduction in errors compared to baseline model. While a few misclassifications remain, such as 21 instances of H → G, 10 instances of T → X, and 34 cases of B → U, the overall confusion is significantly lower. Notably, all previously high-error cases like R → U and G → T have been effectively resolved or reduced to zero. The diagonal dominance is also improved, confirming a stronger class-wise prediction confidence across the board.

Augmentation Effects + CBAM.

Augmentation was one of the most impactful changes in our pipeline. Without CBAM, but with augmentation alone, the model jumped from 87.7% to 98.7%, a gain of +11%. This shows that the original training data is not diverse enough to cover the

space of hand poses and orientations. This diversity helped the network become invariant to minor hand variations, making it more robust and effective.

Training Stability and Learning Curves.

The training dynamics of the proposed CBAM-CapsNet model are visualized in Figure 7 (accuracy) and Figure 8 (loss). The accuracy curve indicates a steady and consistent improvement for both training and validation sets across epochs, with both curves converging near the 98–99% mark after approximately 35 epochs. This suggests that the model generalizes well without overfitting. Notably, the validation accuracy remains closely aligned with the training accuracy throughout the training process, reflecting strong robustness and well-regulated learning behavior.

The loss curve further supports this interpretation. As shown in Figure 8, both training and validation loss decrease smoothly and consistently, with no signs of divergence or instability. The occasional minor fluctuation in training loss (notably around epoch 21) does not correspond to degradation in validation performance, indicating that the model quickly recovers and maintains stability. By the end of training, the model achieves a low final loss value (~0.3) for both training and validation, reinforcing its ability to learn effectively without excessive variance.

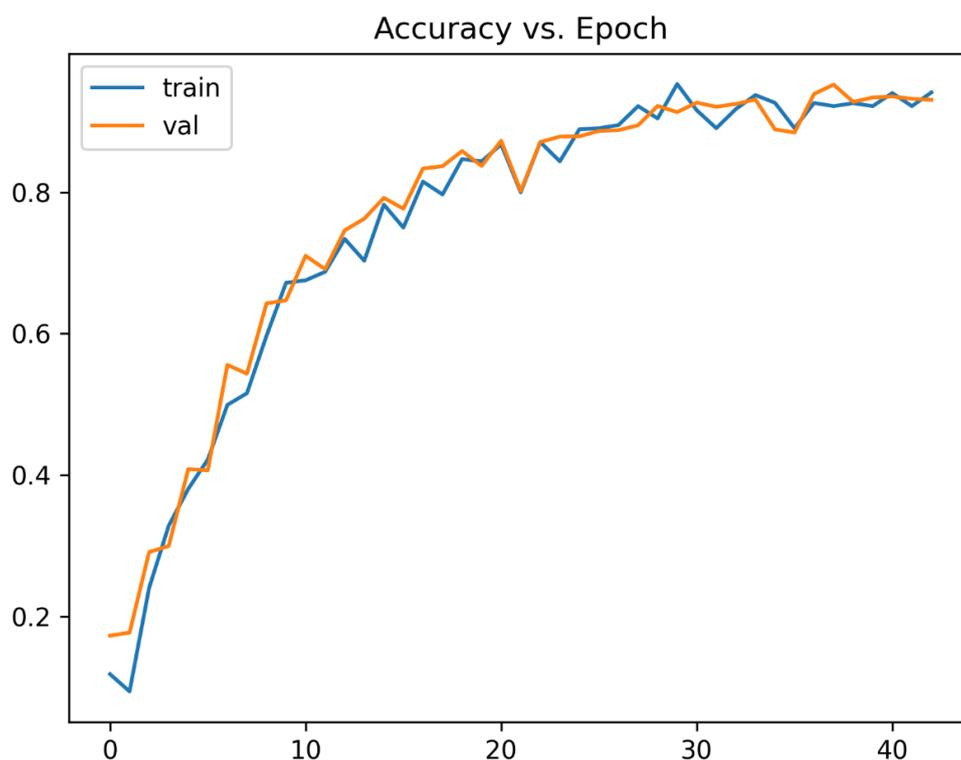


Figure 7. CBAM + Augmented CapsNet Accuracy Curve.

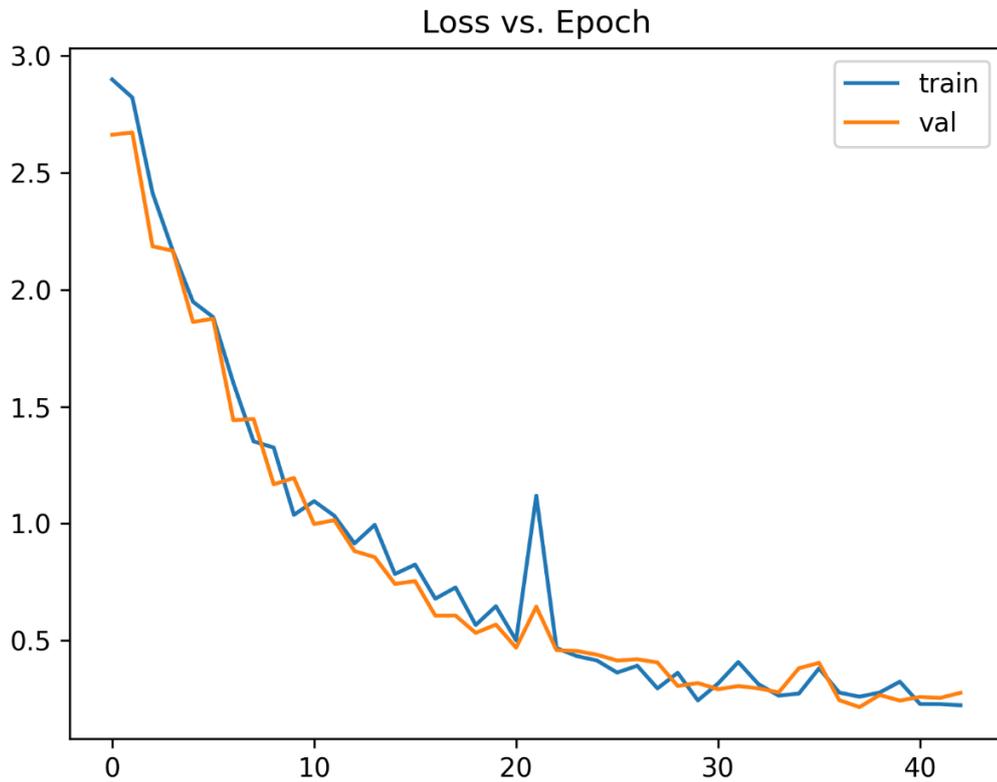


Figure 8. CBAM + Augmented CapsNet Loss Curve.

These training dynamics confirm the effectiveness of the CBAM integration and the benefit of using data augmentation, both of which contribute to stable convergence, high accuracy, and minimal generalization error.

Evaluation Metrics and Efficiency.

To assess the model's practical performance, we evaluated several metrics beyond just accuracy. The results were summarized in Table 2.

Table 2. Inference And Efficiency Metrics.

Metric	Value
Parameters	11.5 million
Model file size	46 MB
Inference speed (GPU)	0.29 ms/image (~3450 FPS)
Inference speed (CPU)	8.35 ms/image (~120 FPS)
Estimated FLOPs	~1.2G
Accuracy	98.86%
Robustness (mean ± std)	97.33% ± 1.09

These numbers show that even with attention added, the model remains lightweight and computationally efficient. It can be used for real-time recognition – even on mobile or embedded devices.

To assess model consistency, the final model was trained using three different seeds. The results are summarized in Table 3.

Table 3. Accuracy Across Random Seeds (CBAM + Augmentation).

Seed	Accuracy
1337	96.36 %
2021	96.77 %
4242	98.86 %
Mean \pm Std	97.33 % \pm 1.09

These results confirm the model’s robustness to weight initialization. The standard deviation of 1.09% indicates high stability and reproducibility, essential for real-world deployment.

Class-wise Performance Metrics.

In addition to overall accuracy, we compute precision, recall, and F1-score for each of the 24 sign classes. The detailed classification report for the proposed CBAM + augmented CapsNet model is shown in Table 4.

Table 4. Per-Class Precision, Recall, And F1-Score on Sign-MNIST Test Set.

Label	Precision	Recall	F1-score	Support
A	1.00	0.98	0.99	331
B	1.00	0.92	0.96	432
C	1.00	1.00	1.00	310
D	1.00	0.98	0.99	245
E	1.00	1.00	1.00	498
F	1.00	1.00	1.00	247
G	0.94	1.00	0.97	348
H	1.00	0.95	0.98	436
I	1.00	1.00	1.00	288
K	1.00	1.00	1.00	331
L	0.99	1.00	0.99	209
M	1.00	1.00	1.00	394
N	0.97	1.00	0.99	291
O	1.00	1.00	1.00	246
P	1.00	1.00	1.00	347
Q	1.00	0.98	0.99	164
R	0.99	0.99	0.99	144
S	1.00	1.00	1.00	246
T	1.00	0.96	0.98	248
U	0.87	1.00	0.93	266
V	1.00	1.00	1.00	346
W	1.00	1.00	1.00	206
X	0.95	0.99	0.97	267

Label	Precision	Recall	F1-score	Support
Y	1.00	1.00	1.00	332
Macro Avg	0.99	0.99	0.99	7172
Weighted Avg	0.99	0.99	0.99	7172

Precision and recall are uniformly high, with most classes achieving $\geq 99\%$ F1-score. These metrics confirm the model’s generalizability and class balance, a key goal in real-world gesture recognition where every gesture must be equally reliable. Minor dips occur in classes like “B” (recall = 0.92) and “U” (precision = 0.87), likely due to visual similarity with neighboring signs.

Comparison Analysis.

When compared to other CapsNet-based gesture recognition approaches, the improvements are clear. In [10], a vanilla CapsNet reached $\sim 95\%$ accuracy on Sign-MNIST using basic augmentation.

Some related studies report slightly higher top-1 test accuracies of 99.60% using a custom SLR-CapsNet architecture [11] and 99.08% using data augmentation [6], our CBAM-augmented CapsNet achieves 98.86% accuracy, while also offering a robustness score of $97.33\% \pm 1.09$ and real-time CPU inference capabilities. With only 11.5 million parameters and a 46 MB weight file, it is among the lightest Capsule Network variants reported for the Sign Language MNIST dataset. It maintains real-time inference performance, achieving 0.29 ms/image on GPU and 8.35 ms/image on CPU, translating to approximately 3450 FPS on an NVIDIA Tesla T4 and 120 FPS on a single-core Xeon 2.2 GHz CPU. Its computational footprint is modest, requiring only ~ 1.2 G FLOPs per forward pass, and the model remains under 1.3 GB VRAM usage during training.

Conclusion.

In this study, we proposed an improved gesture recognition model based on Capsule Networks, enhanced with the CBAM and supported by an extensive data augmentation pipeline. The goal was to address the limitations of vanilla CapsNet in handling gesture recognition and improve classification performance on the Sign-MNIST dataset.

Our model achieved a high test accuracy of 98.86%, significantly outperforming the standard CapsNet baseline (87.7%). It also maintained robustness across seeds with a mean accuracy of $97.33\% \pm 1.09$, and demonstrated strong class-level performance with F1-scores close to or at 1.00 for nearly all signs. Confusion matrix analysis confirmed major reductions in high-error gesture pairs such as $R \rightarrow U$, $Y \rightarrow I$, and $E \rightarrow M$. Training and validation curves showed fast convergence and minimal overfitting, further validating the architecture’s efficiency.

Therefore, the proposed model achieves competitive performance, offers a compelling balance of accuracy, robustness, and efficiency, making it well-suited for deployment in mobile, web, and edge device scenarios where both performance and responsiveness are critical.

These results directly answer our first research question, confirming that the integration of CBAM into a Capsule Network can yield enhancement in classification

performance on static gesture datasets. Moreover, by comparing accuracy, robustness, model size, and inference latency, we address the second question, demonstrating that our proposed model presents a competitive balance between performance and efficiency when compared to existing CapsNet-based approaches.

While the primary performance gain in our model was achieved through data augmentation, the integration of CBAM contributed a modest yet consistent improvement in top-1 test accuracy and further enhanced the model's spatial selectivity and robustness. This suggests that CBAM, while not the dominant factor, complements data-driven improvements by improving attention to gesture-relevant features.

It is worth noting that the Sign Language MNIST dataset, while popular for benchmarking, is relatively clean and standardized, containing minimal background noise or visual variability. In such controlled environments, the benefits of attention mechanisms like CBAM are understandably limited, contributing only a marginal improvement. However, in future work, it would be valuable to explore extensions of this model on more challenging, less curated datasets where CBAM's ability to suppress irrelevant background information and enhance spatial localization could have a more pronounced impact.

Future work may also explore its extension to dynamic gestures, integration with 3D or RGB inputs, and hybrid capsule-transformer architectures to further enhance temporal modeling in continuous gesture streams.

References

1 Huesser, Cloe, Simon Schubiger, and Arzu Çöltekin. 2021a. "Gesture Interaction in Virtual Reality." In *Lecture Notes in Computer Science*, 151–60. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85613-7_11.

2 Fang, Ke, and Jing Wang. 2024. "Interactive Design With Gesture and Voice Recognition in Virtual Teaching Environments." *IEEE Access* 12 (January): 4213–24. <https://doi.org/10.1109/access.2023.3348846>.

3 Zeng, Min. 2024. "Gesture Recognition Technology of VR Piano Playing Teaching Game Based on Hidden Markov Model." *The International Arab Journal of Information Technology* 21 (4). <https://doi.org/10.34028/iajit/21/4/15>

4 Filipowska, Anna, Wojciech Filipowski, Paweł Raif, Marcin Pieniżek, Julia Bodak, Piotr Ferst, Kamil Pilarski, et al. 2024. "Machine Learning-Based Gesture Recognition Glove: Design and Implementation." *Sensors* 24 (18): 6157. <https://doi.org/10.3390/s24186157>.

5 Güler, Osman, and İbrahim Yücedağ. 2021. "Hand Gesture Recognition From 2D Images by Using Convolutional Capsule Neural Networks." *Arabian Journal for Science and Engineering* 47 (2): 1211–25. <https://doi.org/10.1007/s13369-021-05867-2>.

6 Bousbai, Khalil, and Mostefa Merah. 2022. "Hand Gesture Recognition Using Capabilities of Capsule Network and Data Augmentation." *7th International Conference on Image and Signal Processing and Their Applications (ISPA)*, May, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ISPA54004.2022.9786292>

- 7 Xiao, H. 2021. “Gesture Recognition by Capsule Networks and Beyond.” Swinburne (technical report), January 1. <https://doi.org/10.25916/sut.26280709.v1>
- 8 Hinton, Geoffrey E., Alex Krizhevsky, and Sida D. Wang. 2011. “Transforming Auto-Encoders.” In *Lecture Notes in Computer Science*, 44–51. https://doi.org/10.1007/978-3-642-21735-7_6
- 9 Sabour, Sara, Nicholas Frosst, and Geoffrey E Hinton. 2017. “Dynamic Routing Between Capsules.” arXiv (Cornell University), January. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1710.09829>
- 10 Bilgin, Metin, and Korhan Mutludogan. 2019. “American Sign Language Character Recognition With Capsule Networks.” 2019 3rd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), October, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ismsit.2019.8932829>
- 11 Xiao, Hongwang, Yun Yang, Ke Yu, Jiao Tian, Xinyi Cai, Usman Muhammad, and Jinjun Chen. 2021. “Sign Language Digits and Alphabets Recognition by Capsule Networks.” *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing* 13 (4): 2131–41. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-02974-8>
- 12 Suni S., and Gopakumar K. 2022. “Hand Gesture Recognizing Model Using Optimized Capsule Neural Network.” *Traitement Du Signal* 39 (3): 1039–50. <https://doi.org/10.18280/ts.390331>
- 13 Wang, Yifan, and Hong Jiang. 2022. “Digital Gesture Recognition Based on Deep Capsule Network.” 2022 IEEE 2nd International Conference on Electronic Technology, Communication and Information (ICETCI), May, 1076–79. <https://doi.org/10.1109/icetci55101.2022.9832206>
- 14 Lebas, Alexandre, Rim Slama, and Hazem Wannous. 2023. “Capsule Transformer Network for Dynamic Hand Gesture Recognition Using Multimodal Data.” 2022 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), September, 2130–34. <https://doi.org/10.1109/icip49359.2023.10222370>
- 15 Lee, A-Reum, Yongwon Cho, Seongho Jin, and Namkug Kim. 2020. “Enhancement of Surgical Hand Gesture Recognition Using a Capsule Network for a Contactless Interface in the Operating Room.” *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 190 (February): 105385. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2020.105385>
- 16 Hashi, Abdirahman Osman, Siti Zaiton Mohd Hashim, and Azurah Bte Asamah. 2024. “A Systematic Review of Hand Gesture Recognition: An Update From 2018 to 2024.” *IEEE Access* 12 (January): 143599–626. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3421992>
- 17 Yu, Chunling. 2024. “Computer Interactive Gesture Recognition Model Based on Improved YOLOv5 Algorithm.” *International Journal of Computational Intelligence Systems* 17 (1). <https://doi.org/10.1007/s44196-024-00534-4>
- 18 “Sign Language MNIST.” 2017. Kaggle. October 20, 2017. <https://www.kaggle.com/datasets/datamunge/sign-language-mnist>

SRSTI 67.29.29

BALANCE OF QUALITY AND BUDGET: A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF APARTMENT RENOVATION STRATEGIES IN KAZAKHSTAN

A.A. Sagalov

Master's Student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

Ye.B. Uteпов

PhD, Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

Sh.Zh. Zharassov

PhD, Senior Lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

The article presents a comprehensive analysis of apartment renovation strategies in Kazakhstan, focusing on the challenge of balancing quality and budget in the context of rising construction costs and a dynamic real estate market. The study examines current trends in the renovation sector, including the increasing prices of building materials, the shortage of skilled labor, and significant regional disparities across major cities such as Astana, Almaty, and Shymkent. Three primary renovation types—cosmetic, capital, and premium designer-level—are analyzed to identify their distinctive features, cost structures, and long-term implications.

The research highlights the importance of rational planning, engineering reliability, and technical supervision as critical factors that determine the durability and safety of renovated residential spaces. Special attention is given to combined budgeting strategies, where investments are directed toward essential engineering systems while moderate savings are applied to decorative finishes. Practical case studies from different regions of Kazakhstan demonstrate how strategic decision-making influences the final cost, quality, and value of renovated apartments.

The findings underscore that an optimal balance between quality and cost can be achieved through comprehensive planning, informed material selection, and the use of qualified professionals. The study provides recommendations for homeowners, investors, and practitioners, helping them navigate renovation processes more effectively and ensure long-term value in the rapidly evolving Kazakhstani housing market.

Key words: Renovation in Kazakhstan; cost–quality balance; construction materials cost; skilled labor shortage; engineering systems; apartment renovation strategies.

Introduction.

In recent years, the issue of residential renovation in Kazakhstan has acquired particular significance against the backdrop of rapid urban population growth, the expansion of the real estate market, and the increasing number of newly commissioned housing complexes. New buildings are predominantly delivered in shell-and-core or pre-finishing condition, which makes renovation an integral component of the move-in process for the majority of households. Simultaneously, the demand for modernization of the secondary housing stock is rising, as a substantial portion of it was constructed during the Soviet period and now requires major upgrades to engineering systems, finishing materials, and spatial planning solutions [1].

Additional relevance is attributed to the topic by the rapid increase in the cost of construction materials and skilled labor. According to industry analysts, renovation prices in major cities of Kazakhstan have risen on average by 20–40% in recent years, compelling residents to seek more efficient financial strategies. Under budget constraints, achieving an optimal balance between quality, reliability, and the final cost of renovation becomes critically important.

Moreover, consumer preferences have shifted: demand is growing for well-designed interiors, energy-efficient solutions, and durable materials. Increasingly, Kazakhstani homeowners view renovation not as a one-time cosmetic procedure but as a long-term investment in comfort, safety, and the value of their property. Under these conditions, a comprehensive analysis of renovation strategies is necessary to determine how to allocate the budget rationally, at which stages savings are acceptable, and where cost-cutting may result in serious long-term risks [2].

However, the relevance of residential renovation in Kazakhstan is determined not only by the high share of new construction and the need to upgrade aging housing stock. In practice, many apartment owners face a more serious challenge—the continuously rising cost of renovation itself. What only a few years ago was considered an affordable and standard set of materials and services may now require twice the budget. As a result, renovation has evolved from a routine task into a financially sensitive process that demands thorough evaluation and a deliberate approach.

This trend is especially pronounced in major cities, where the demand for high-quality materials and experienced professionals consistently exceeds supply. Consequently, prices for finishing works, engineering solutions, material delivery, and even basic construction services continue to rise. Such an economic environment directly shapes renovation strategies, pushing owners to seek alternatives, optimize expenditures, and approach planning more cautiously [3].

The rapid increase in the cost of construction materials and services in Kazakhstan has intensified financial pressure on property owners who are preparing for renovation. Whereas choices were previously made on the principle of “if we like it, we buy it”, each stage of renovation today requires careful analysis. The price gap between budget and high-quality materials has become so substantial that it directly affects the final outcome and long-term durability of the renovation.

Furthermore, rising costs have affected not only finishing materials but also engineering solutions, electrical work, plumbing, and labor services. A pronounced

shortage of qualified specialists has become evident in the market, further increasing the cost of work. As a result, renovation becomes a complex task: on the one hand, homeowners seek a reliable, high-quality, and aesthetically pleasing result; on the other, they face limited financial resources typical of an average household [4].

It is at this juncture that the central challenge of contemporary renovation emerges—the problem of finding a balance between quality and budget. As prices continue to rise, the need to make well-grounded decisions becomes critically important. Homeowners must determine at which stages cost-saving is permissible and where it is categorically unacceptable. Proper material selection, thoughtful prioritization, quality control, and the ability to anticipate the long-term consequences of each decision all become key factors of successful renovation.

Balancing quality and cost is not merely a matter of saving money but a strategic process that influences the durability of housing, safety, comfort, and the ultimate market value of the property.

Considering the relevance of residential renovation in Kazakhstan, the rapid increase in the cost of construction materials and services, and the need to make informed decisions between quality and budget, it becomes evident that homeowners face a complex set of challenges. Renovation becomes a strategic undertaking in which not only aesthetics and comfort matter, but also economic feasibility, the durability of solutions, and prudent allocation of resources. Understanding the mechanisms of cost formation, the characteristics of different types of renovation, and effective methods of budget optimization requires a systematic approach and comprehensive analysis. This underscores the necessity of clearly formulating the research direction, defining its rationale, and identifying the key objectives of further work [1].

In this regard, the aim of the article is to identify optimal renovation strategies for apartments in Kazakhstan that enable homeowners to achieve a balanced relationship between quality and budget, as well as to determine the factors influencing the cost and long-term durability of renovation decisions. To achieve this aim, the study proposes to analyze the current state of the renovation market, examine the impact of rising material and labor costs, explore the characteristics of various types of renovation, identify the key cost-forming elements, and investigate practical approaches to budget optimization. The research concludes with recommendations intended to help homeowners make informed decisions and plan renovations with maximum efficiency.

Following the formulation of the research objectives and tasks, it becomes necessary to identify methodological approaches that allow for an objective examination of the processes influencing the cost and quality of renovation. Given that the renovation services market in Kazakhstan is characterized by high dynamism, regional disparities, and significant price variation, effective analysis requires the use of methods that encompass both quantitative and qualitative aspects. In addition, it is essential to consider real-world cases, practices, and trends that shape homeowners' decisions.

Thus, the article proceeds to outline the analytical methodology underlying the study. It includes the principles of data collection, methods of processing, comparison

criteria, and approaches to assessing the effectiveness of different renovation strategies. This methodological framework ensures the objectivity of the conclusions and provides a comprehensive understanding of the most rational and economically justified solutions in the field of apartment renovation in Kazakhstan [5], [6].

The Apartment Renovation Market in Kazakhstan: Current State.

The market for residential renovation services in Kazakhstan demonstrates sustained growth, driven both by the increasing volume of housing construction and the gradual renewal of the existing housing stock. Each year, millions of square meters of residential property are commissioned across the country, a substantial portion of which is delivered in shell-and-core or pre-finishing condition. This naturally generates high demand for renovation services and stimulates the development of related sectors—from construction materials to design studios and technical supervision services. According to market analysts, the total volume of Kazakhstan’s renovation and finishing market is estimated at several hundred billion tenge and continues to expand at an average annual rate of 8–12% (Figure 1) [7].

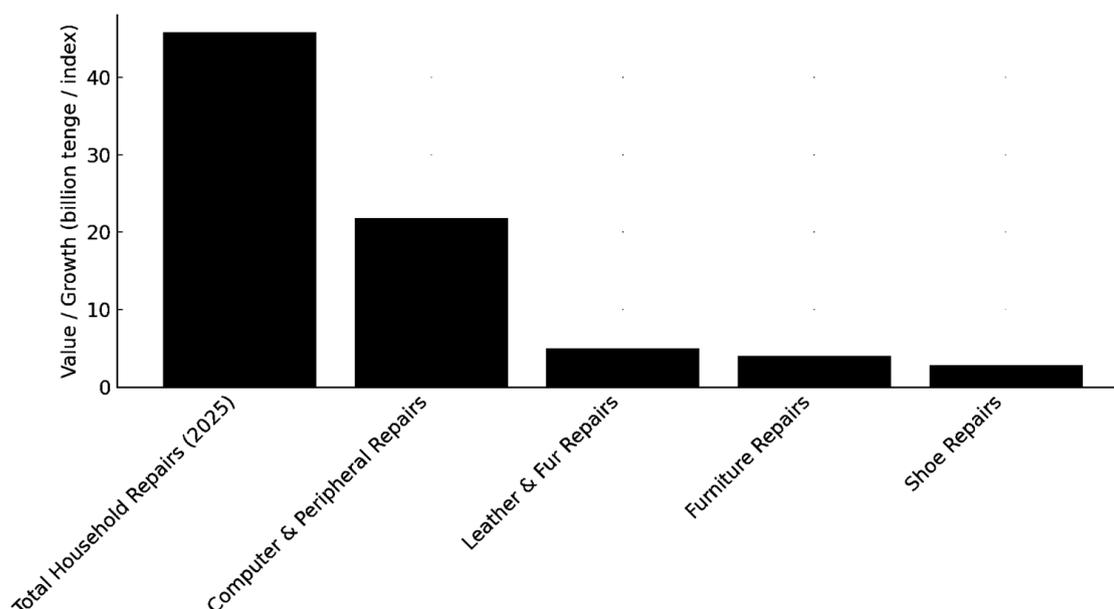


Figure 1. Growth of household repair services in Kazakhstan by repair category in 2025 [8].

Simultaneously, the types of renovation practiced within the market are becoming increasingly diversified. Cosmetic renovation remains the most widespread category, involving minimal intervention aimed at improving the visual condition of the dwelling or preparing it for rental. This type is characterized by relatively low cost and short completion times, making it accessible to a broad segment of the population.

Capital renovation occupies the second-largest share of the market. It typically includes replacement of engineering systems, electrical wiring, plumbing, leveling of walls and floors, and modifications to spatial layouts. Interest in this category is particularly high among owners of secondary housing, as a significant portion of the Soviet-era housing stock now requires comprehensive modernization. Although

considerably more expensive, capital renovation enhances the longevity of the dwelling and significantly increases its market value.

A distinct and steadily expanding segment is formed by designer and premium-class renovations. Although their share is smaller compared to cosmetic and capital renovation, their prevalence is gradually increasing. Rising household incomes in urban centers have generated growing interest in individualized interiors, contemporary design styles, and comprehensive design projects. These renovations emphasize high-quality materials, spatial coherence, and durability, and are frequently executed as turnkey projects with the involvement of designers and architects (Figure 2, 3).

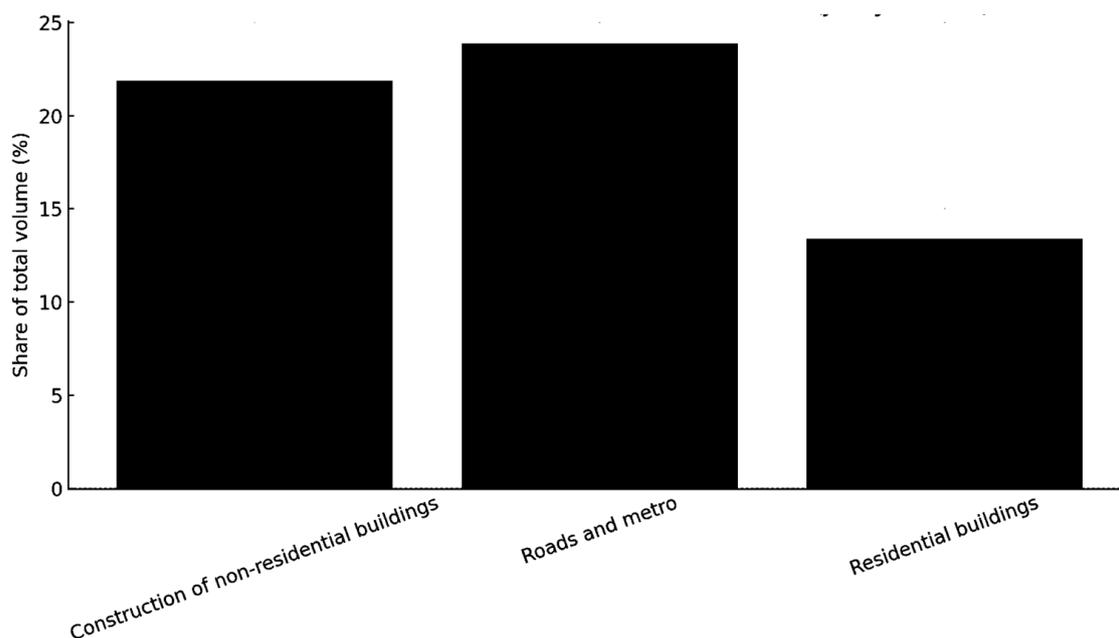


Figure 2. Structure of construction works in Kazakhstan (Jan-Jul 2025) [9].

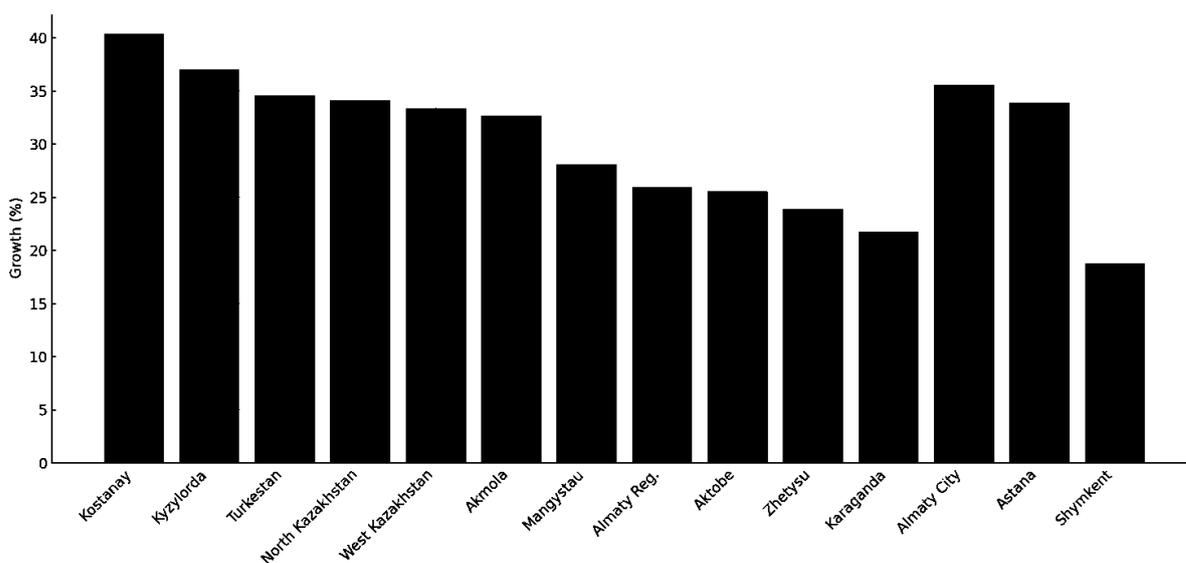


Figure 3. Regional growth of Construction works (Jan-Jul 2025) [9].

The active development of the renovation market and the diversity of its forms indicate that demand for finishing and construction services remains consistently high nationwide. However, the popularity of different types of renovation, their cost, and the availability of qualified specialists vary substantially by region. These differences are shaped by levels of urbanization, purchasing power, the volume of construction activity, and the infrastructure capacity of particular cities or regions.

For a more nuanced understanding of market dynamics, it is therefore essential to examine the specific characteristics of Kazakhstan's regions and to assess how conditions in major metropolitan areas differ from those in regional centers and smaller towns.

The apartment renovation market in Kazakhstan varies significantly across regions, directly affecting both the cost of services and the availability of skilled labor. The three largest cities—Astana, Almaty, and Shymkent—set key trends in the construction sector and establish price benchmarks for the entire country. These metropolitan areas are characterized by a high concentration of new housing developments, developed infrastructure, and relatively high household incomes, making their renovation markets the most active and competitive.

Astana demonstrates one of the highest levels of demand for renovation services, driven by continuous growth in the construction of residential complexes and ongoing urban development. Prices for materials and labor are traditionally higher here than in other regions, and the share of capital and designer renovations is significantly greater. Homeowners more frequently engage designers, technical supervisors, and construction companies operating on a turnkey basis.

Almaty, with its more mature housing market, offers a wide range of renovation solutions—from budget to premium. The large share of secondary housing stock generates strong demand for capital renovation, modernization of outdated layouts, and improvement of engineering systems. Service prices are also high, especially in central districts, where competition among contractors and design studios is particularly intense.

Shymkent occupies an intermediate position: a rapidly developing city with a growing number of new housing projects and active construction activity. Prices for materials and labor are lower than in the two capitals, although this gap is gradually narrowing. A distinguishing feature of the local market is the high proportion of cosmetic renovations and demand for cost-effective solutions in newly built apartments.

Conditions in regional areas are notably more heterogeneous. Prices for labor are generally lower; however, this is often accompanied by limited access to high-quality materials, a smaller pool of skilled specialists, and the absence of companies offering comprehensive turnkey services. In some regions, shortages of specialized professionals—plumbers, electricians, tilers, and finishers—result in longer project timelines and increased risk of lower-quality workmanship. Meanwhile, demand for capital renovation remains high, particularly in the aging housing stock of regional centers.

These regional differences demonstrate that geography directly influences the cost and quality of renovation works. Nevertheless, despite the disparities between major cities and regional areas, several common nationwide trends shape the current state of the sector. Regardless of location, homeowners increasingly face similar challenges: rising costs, limited availability of qualified specialists, and changing consumer expectations. These factors become the key drivers shaping renovation strategies and determining the final cost of any project.

It is within this context that the main trends currently exerting the greatest influence on the renovation market in Kazakhstan become evident.

The contemporary renovation market in Kazakhstan is shaped by two major structural trends: the persistent increase in the cost of construction materials and the notable shortage of qualified labor. These factors directly affect both the price and the quality of renovation works, significantly complicating the planning process for homeowners.

The rising cost of materials has become a steady and intensifying trend in recent years. Its causes are multifaceted: Kazakhstan's dependence on imports, currency fluctuations, rising logistical costs, and global shifts in raw material prices. The steepest increases have been observed in paint products, ceramic tiles, electrical components, plumbing fixtures, and finishing compounds. In some categories, price growth reaches 30–60%, making renovation significantly more expensive even within short time intervals [10].

Parallel to the increase in material costs, the shortage of qualified craftsmen has become more pronounced. The construction sector lacks specialists with professional training and experience in complex technical work. The most competent professionals are concentrated in major cities, where demand is higher and wages are significantly better. In regional areas, however, shortages of skilled electricians, plumbers, tilers, and finishers are common, leading to longer project timelines, higher labor costs, and increased risks of substandard workmanship.

Labor shortages further contribute to upward pressure on wages: as craftsmen become more in demand, many raise their rates, especially during peak construction seasons when demand exceeds supply. Additionally, inadequate numbers of professional teams contribute to the spread of unqualified contractors, increasing risks for homeowners and often resulting in costly rework that inflates the final renovation budget.

Main Types of Renovation and Their Characteristics.

Residential renovation practices in Kazakhstan can be broadly categorized into three principal types—cosmetic, capital, and designer (premium) renovation—each of which differs in purpose, scope, cost, and impact on the long-term functionality and value of housing. Understanding the distinctions between these renovation types is essential for assessing their economic feasibility and for determining the optimal strategy within varying budgetary and technical constraints.

Cosmetic renovation constitutes the most accessible and time-efficient approach to upgrading residential interiors. Its primary function is to improve the visual aesthetics of a dwelling without substantial intervention in load-bearing structures or

engineering systems. Typically completed within several days to two or three weeks, cosmetic renovation is characterized by the use of simple and universal materials—such as paint, wallpaper, laminate, linoleum, or budget-grade tiles—that allow for rapid transformation of the interior. The cost of such renovation in Kazakhstan generally ranges from 15,000 to 40,000 tenge per square meter, depending on regional market conditions and contractor qualifications. This renovation type is especially suitable for apartments prepared for rental or sale, as well as for households seeking temporary improvements under strict financial constraints. Its key advantage lies in the ability to enhance the appearance of a dwelling at minimal cost while maintaining an acceptable balance between affordability and aesthetics.

Capital renovation, by contrast, involves a comprehensive modernization of the residential space and typically encompasses replacement of engineering systems, reconfiguration of layouts, and installation of new structural and finishing materials. The process often requires complete renewal of electrical wiring, plumbing, heating, and ventilation systems, particularly in older buildings where such infrastructure is significantly deteriorated. Professionally executed capital renovation enhances safety, reduces the risk of technical failures, improves energy efficiency, and extends the operational lifespan of key building components. The cost of capital renovation in Kazakhstan varies from 70,000 to 150,000 tenge per square meter and may increase due to hidden defects, additional required works, or rising material prices. Owing to its large financial and technical scope, capital renovation is regarded as a long-term investment that improves both the functional performance and market value of the property.

The most advanced category—designer or premium renovation—focuses on achieving a unique, high-quality interior through collaboration with architectural and design studios. Such renovation typically involves the development of a comprehensive design project with 3D visualizations, detailed engineering layouts, lighting schemes, and custom furniture plans. It relies on premium materials, including natural stone, solid wood, high-grade ceramic finishes, branded plumbing fixtures, and energy-efficient window systems. Additional features may include multi-level lighting, acoustically treated spaces, integrated smart home systems, and bespoke decorative elements. Owing to its emphasis on exclusivity, durability, and precision, premium renovation significantly enhances the market value of a dwelling; in major cities of Kazakhstan, apartments completed to a premium standard may exceed the value of comparable unrenovated units by 15–40%. Such properties tend to demonstrate higher liquidity and attract buyers from upper market segments.

Taken together, these three categories of renovation represent a continuum of technical complexity, financial investment, and long-term outcomes. Their comparative analysis provides essential insights into how homeowners in Kazakhstan can select renovation strategies that balance cost, quality, and expected service life, particularly in conditions of rising material prices, labor shortages, and evolving consumer preferences.

Budgeting Renovation: Key Cost Factors.

The cost of construction and finishing materials in the Kazakhstani market varies significantly depending on the region, brand, quality, and degree of import dependence. Since the majority of materials are supplied from Russia, Turkey, China, and European countries, their prices are strongly influenced by currency fluctuations, logistics expenses, and global commodity market trends. This makes renovation budgeting a complex task, especially under conditions of unstable exchange rates and continuous price growth.

The most notable price increases are observed in the finishing materials segment. For example, high-quality interior paint produced by well-known brands costs on average 8,000–18,000 tenge per liter, whereas budget analogues can be purchased for 3,500–6,000 tenge. The cost of ceramic tile also demonstrates substantial variation: imported premium collections begin at 15,000–30,000 tenge per m², while more affordable domestic or Russian alternatives cost approximately 4,000–7,000 tenge per m².

Significant price differences are also evident in flooring materials. Economy-class laminate typically costs 3,500–6,000 tenge per m², while moisture-resistant or premium versions may reach 12,000–20,000 tenge per m². Engineered wood flooring and natural hardwood are considerably more expensive, ranging from 20,000 to 45,000 tenge per m², with elite European collections priced even higher.

Sanitary equipment likewise encompasses a wide price spectrum. Basic faucets produced domestically or in China are sold for 10,000–20,000 tenge, whereas premium brands such as Grohe, Hansgrohe, or Villeroy & Boch start at 60,000–150,000 tenge and may exceed these levels. A high-quality concealed installation system for wall-hung toilets costs 70,000–200,000 tenge, while premium toilet units may exceed 150,000–300,000 tenge.

Engineering materials require separate consideration, as their cost may significantly increase overall project expenditure. High-quality copper or polymer pipes, electrical cables, sockets, and circuit breakers represent essential components of renovation work. For instance, certified fire-resistant cable (VVGng) costs approximately 300–800 tenge per meter, and a full set of circuit breakers and protective devices for an apartment frequently exceeds 150,000–300,000 tenge.

Labor costs constitute one of the key factors shaping the overall renovation budget. Two primary remuneration models are used in Kazakhstan: hourly payment and stage-based (piecework) payment. Each model has its own characteristics, advantages, and risks that must be considered during project planning.

Hourly payment is less common because it requires strict control of time spent and transparency in work processes. It is typically applied to minor or short-term tasks, such as defect correction, installation of isolated elements, or consulting services. Depending on the qualification of the specialist and the region, the hourly rate ranges from 2,500 to 7,000 tenge. For example, an electrician's visit to install several outlets or replace a circuit breaker generally costs 10,000–20,000 tenge for two to three hours of work.

Stage-based (piecework) payment is the dominant remuneration model in Kazakhstan's construction sector. In this case, the customer pays for specific

completed tasks—wall plastering, tile installation, electrical wiring, door installation, and so forth. This approach allows more precise budgeting and better cost predictability for each stage of renovation.

Average price ranges across Kazakhstan include:

- Wall plastering: 1,800–3,500 tenge per m²;
- Tile installation: 4,000–8,000 tenge per m², premium formats up to 12,000;
- Electrical installation (per outlet or switch): 4,000–10,000 tenge;
- Laminate installation: 800–1,500 tenge per m²;
- Wall painting: 1,000–2,500 tenge per m²;
- Installation of sanitary fixtures: 15,000–40,000 tenge per unit.

The cost of labor also strongly depends on the contractor’s qualifications and reputation. Experienced specialists employed through official companies charge higher rates but ensure technical accuracy, compliance with standards, and warranty obligations. Informal or private contractors may offer lower prices but entail significantly higher risks of poor workmanship, lack of contractual guarantees, and potential rework.

Engineering works constitute one of the most important and expensive components of renovation budgets. They include the installation and replacement of electrical wiring, plumbing, heating, ventilation, and other systems that determine the safety, functionality, and durability of the dwelling. The cost of engineering work in Kazakhstan varies according to complexity, materials used, apartment size, and contractor expertise.

Electrical installation is a key component of capital renovation. Its cost is calculated based on the number of “points” (outlets, switches, fixtures). Average prices range from 4,000 to 10,000 tenge per point, including wall chasing, cable installation, and fixture mounting. Full rewiring of a one-room apartment typically costs 250,000–450,000 tenge, while two- or three-room apartments range from 500,000 to 900,000 tenge. Complex lighting schemes or distribution board installations may further increase the cost.

Plumbing works are traditionally among the most expensive. High-quality installation of pipes, risers, filters, faucets, and sanitary fixtures requires significant expertise. Installing sinks, toilets, or faucets costs 15,000–40,000 tenge per unit. Installing a concealed toilet system costs 40,000–80,000 tenge, and a complete plumbing installation ranges from 300,000 to 700,000 tenge depending on the configuration.

Heating and ventilation systems represent another major category. In new buildings, radiator installation or replacement is often required. A standard radiator costs 25,000–60,000 tenge to replace, while designer models may reach 80,000–120,000. Installation of ventilation or climate-control systems is significantly more expensive, with comprehensive HVAC systems costing 300,000–1,500,000 tenge depending on the area and equipment level.

Gas-related work (relevant to private houses and specific regions) requires certified specialists. Gas pipe relocation costs 50,000–150,000 tenge, and installation of a gas boiler costs 80,000–200,000 tenge.

Importantly, engineering works rarely consist solely of equipment installation; they require accurate project planning, approvals when necessary, procurement of certified materials, and compliance with safety and construction regulations. Errors in this domain are costly—faulty wiring, leaks, or improper ventilation may lead to emergencies, additional expenses, and property damage.

In addition to major construction and engineering work, renovation budgets include significant supplementary expenditures that are often underestimated during initial planning. These costs are not directly related to finishing or installation but are essential for organizing a safe and efficient renovation process. Accurate budgeting of such items helps prevent unforeseen expenses and ensures transparency across project stages.

One of the most common additional expenses is material delivery. Costs depend on distance, cargo volume, and the number of trips. On average, delivery within a city costs 5,000–20,000 tenge per trip. If materials are sourced from multiple stores or require a freight elevator rental, total expenses may reach 30,000–50,000 tenge. Large-scale renovations often require 10–15 deliveries, which significantly impacts the total budget.

Waste removal represents another essential expense. Capital renovation produces large volumes of debris—old wallpaper, tiles, pipes, doors, and flooring. Waste removal costs vary by volume and type: a 40–60-liter bag costs 300–600 tenge, while a construction debris container rental costs 25,000–60,000 tenge per load. For structural demolition, costs may reach 100,000–200,000 tenge.

Technical supervision (site inspection) is a crucial service ensuring compliance with design standards, technological requirements, and quality control. It is particularly important in capital and premium renovations, where the risk of errors is higher. Supervision costs range from 50,000 to 200,000 tenge per month depending on the specialist's qualifications, project volume, and complexity. In premium renovations, fees may reach 300,000–400,000 tenge for full-cycle oversight.

Additional expenses may also include consumables (primer, fasteners, guides), tool rental, minor corrective work, and administrative costs such as permits for reconfiguration or engineering system modifications. Although each item may seem minor individually, together they may increase the total budget by 10–20%.

Renovation costs vary significantly across regions of Kazakhstan, influenced by levels of urbanization, availability of materials, contractor expertise, and local market conditions. The highest prices are consistently observed in major metropolitan areas—Astana, Almaty, and Shymkent—where demand is higher and the market more developed.

Astana has some of the highest renovation costs in the country. For example, tile installation costs 6,000–10,000 tenge per m², compared to 4,000–7,000 tenge in regional cities. Electrical installation in a new apartment ranges from 500,000 to 900,000 tenge, whereas in northern or eastern regions similar work costs 350,000–600,000 tenge. These prices reflect strong demand, higher logistics expenses, and competition among premium renovation companies and design studios.

Almaty demonstrates similar patterns, with higher prices especially in central districts. Wall painting costs 1,500–2,500 tenge per m² compared to 800–1,500 in regional centers. Installation of sanitary fixtures ranges from 20,000–50,000 tenge per unit—roughly 20–30% higher than in most provincial cities.

Shymkent occupies an intermediate position. Laminate installation costs 1,000–1,400 tenge per m², slightly lower than in Astana or Almaty but higher than in southern or western regional centers. This reflects the city's rapid construction growth and rising demand for qualified labor.

Regional cities such as Karaganda, Kostanay, Aktobe, and Ust-Kamenogorsk generally offer renovation services at prices 15–30% lower than in major metropolitan areas. For instance, wall plastering costs 1,500–2,500 tenge per m², while in Almaty it costs 2,500–4,000 tenge. However, lower costs may correspond to limited availability of highly qualified specialists, potentially affecting quality and extending project timelines.

The lowest prices are typically observed in small towns and rural areas. Here, wall painting may cost 600–900 tenge per m², tile installation 3,000–4,000 tenge per m², and basic plumbing services 10,000–20,000 tenge. However, the absence of specialized contractors often requires hiring workers from larger towns, increasing expenses through travel and logistical fees.

Strategies for Budget Optimization Without Compromising Quality.

A rational approach to material selection constitutes one of the most critical stages of renovation, enabling homeowners to balance quality, durability, and budget. Given Kazakhstan's high dependence on imported supplies, currency fluctuations, and increasing logistics costs, a competent strategy for selecting materials can significantly reduce expenses without compromising performance.

Cost savings are appropriate for elements that do not bear essential functional loads or can be easily replaced in the future without extensive rework. For example, affordable wallpaper options, mid-range decorative plaster, basic interior doors, skirting boards, or standard lighting fixtures may serve as entirely suitable choices. Budget-friendly ceramic tile or laminate alternatives are also acceptable in spaces not exposed to excessive moisture or intensive use.

However, saving on engineering and structural materials is strongly discouraged. Electrical wiring, plumbing pipes, radiators, ventilation components, insulation, and high-quality screed mixtures directly determine the safety and long-term performance of the dwelling. Initiating renovation with cheap or unreliable materials in these categories increases the risks of leaks, short circuits, mold formation, and costly future repairs. Economizing on concealed engineering systems almost invariably results in higher expenditures later.

The Kazakhstani market offers both international brands and high-quality local analogues, which often provide an optimal price–performance ratio..

Paints and finishing materials:

- Premium brands: Dulux, Tikkurila, Caparol.
- Mid-range and local equivalents: FasadProf, KazHimProm, and a variety of Russian and Turkish alternatives.

Premium paints are typically 30–50% more expensive but offer superior durability, coverage, and wash resistance.

Ceramic tile:

– Imported manufacturers: Kerama Marazzi, Cersanit, Vitra, Porcelanosa.

– More affordable analogues: Russian collections and mid-range Kazakhstani brands.

Imported options provide higher aesthetic value and glazing quality, whereas local products are often sufficient for budget projects.

Flooring materials:

– Premium solutions: German and Swiss laminate, hardwood flooring.

– Economy segment: Russian, Chinese, and Kazakhstani laminate.

For high-traffic zones, wear-resistant materials are recommended even at a higher cost.

Sanitary equipment:

– Reliable premium manufacturers: Grohe, Hansgrohe, Roca, Villeroy & Boch.

– Budget analogues: Santeri, Santik, KazPlast, and Turkish or Chinese brands.

Economy options may be justified for temporary housing, but long-term residences benefit from higher-quality fixtures.

Rational planning is one of the key determinants of a successful renovation. Under conditions of rising material and labor costs in Kazakhstan, competent project organization prevents unnecessary expenditures, delays, and rework. Planning defines the correct work sequence, assists in material selection, and enables early assessment of the budget and critical project stages.

A comprehensive project—whether a design project or a technical plan—significantly facilitates the renovation process. First, it allows accurate calculation of required materials, reducing the risk of shortages or overspending resulting from excessive procurement. Second, predefined furniture placement, electrical points, plumbing locations, and lighting schemes prevent the need for additional wall chasing, equipment relocation, or mid-process corrections.

In Kazakhstan, where the cost of engineering and labor services continues to rise, early project development helps optimize expenditures by enabling precise cost forecasting before work begins. It also simplifies communication with contractors: every element is predetermined, minimizing errors and ensuring compliance with the planned design.

The most common mistake is the absence of a structured work plan. In such cases, decisions are made spontaneously, leading to chaotic purchases, engineering rework, increased labor costs, and prolonged renovation timeframes.

Another frequent issue is poor coordination of work. For example, installing doors before completing rough finishes, mounting plumbing fixtures before tile installation, or prematurely purchasing materials that later prove unsuitable in volume or characteristics. These mistakes cause material damage, force repeated installations, and raise total costs.

A further costly error is selecting an incorrect work sequence. For instance, installing stretch ceilings before electrical wiring inevitably leads to ceiling damage

and doubled expenses. The same applies when decorative finishes are applied before engineering systems are completed.

Finally, the absence of a detailed budget leads to overspending. Without a financial plan, cost control becomes difficult, and homeowners often purchase premium materials not included in the original estimate or choose solutions requiring advanced labor skills, increasing workforce costs.

Quality control and technical supervision are essential components of successful renovation, particularly amid rising construction and material costs in Kazakhstan. These mechanisms ensure adherence to technological standards, timely error detection, and prevention of defects that may result in expensive rework. Independent oversight protects the homeowner's interests and guarantees that renovation is executed in accordance with the project, building regulations, and declared quality standards.

Most rework arises from errors made during early stages: improper installation of engineering systems, violation of technological processes, use of inappropriate materials, or lack of control over work sequencing. To minimize risks, it is crucial to conduct regular inspections—both visual and instrumental—at each stage of the renovation.

For example, electrical installations must be inspected before walls are covered with drywall or plaster, as errors become extremely costly to correct afterward. The same applies to plumbing and ventilation: hidden leaks, improper pipe slopes, or inadequate sealing often manifest only after finishing work is completed, leading to substantial financial losses. Proper oversight allows for timely correction of deviations without major consequences.

To avoid rework, it is essential to document each stage: create photographic and video evidence, sign acceptance acts for concealed work, verify compliance with project documentation, and use certified materials. This approach reduces the likelihood of errors and improves transparency throughout the renovation process.

Independent technical supervision is becoming increasingly common in Kazakhstan, especially for capital and premium renovations. An independent specialist acts as an intermediary between the client and contractors, assessing work quality, technological correctness, and compliance with project documentation. Unlike contractors, whose interests may prioritize speed over quality, technical supervisors focus solely on protecting the client's interests.

Their services include inspection of engineering systems, quality control of materials, monitoring finishing stages, participating in acceptance of concealed work, and providing recommendations for process optimization. In complex projects, technical supervision helps prevent errors related to reconfiguration, plumbing installation, or electrical system design.

In Kazakhstan, supervision services typically cost 50,000–200,000 tenge per month, which represents a justified investment compared to the cost of potential rework, often significantly higher. Technical supervision is especially important when dealing with private contractors or inexperienced workers lacking internal quality control mechanisms.

A combined renovation strategy is increasingly popular among homeowners in Kazakhstan, as it allows optimal budget allocation without sacrificing quality or long-term durability. Its core principle lies in a balanced approach: maximum investment is directed toward engineering systems and structural components, while moderate savings are permitted on finishing materials with minimal impact on comfort or visual appeal.

Engineering systems—electrical wiring, plumbing, ventilation, and heating—determine the lifespan and safety of the renovation. Errors or cost-saving measures in these areas can lead to severe consequences, such as leaks, electrical failures, dampness, mold, and expensive rework that may far exceed the original budget.

Thus, the combined strategy prioritizes certified, high-quality materials for concealed systems: reliable cables, PPR/PEX pipes, dependable faucets, advanced filters, and well-specified distribution boards. Investments in these areas form a robust foundation for long-term operation, reduce the likelihood of emergencies, and help avoid costly future corrections.

Conversely, savings on decorative finishes can be achieved without significant compromise. Mid-range wallpaper, durable laminate instead of hardwood flooring, and budget-friendly tile in bathrooms preserve functionality and aesthetics while substantially reducing total costs.

Through this approach, homeowners achieve a rational balance between cost, quality, and durability, ensuring both immediate comfort and long-term financial efficiency.

Case Study: “Smart Economizing”.

A representative example of a combined renovation strategy is the refurbishment of a 42 m² one-bedroom apartment in Astana. The initial budget was approximately 2.5 million tenge; however, cost calculations indicated that a full renovation using premium materials would exceed 4 million tenge. To remain within financial limits, the homeowners applied a “smart economizing” strategy.

A total of 45% of the budget was allocated to engineering systems:

- Complete replacement of electrical wiring using VVGng fire-resistant cable and Eaton circuit breakers;
- Plumbing installation with German-manufactured PEX pipes;
- Installation of a high-quality concealed cistern system and mid-premium sanitary fixtures.

Only 35% of the budget was directed toward finishing works:

- Walls painted with high-quality yet non-premium paint produced by a local brand;
- Medium-range wallpaper applied in the bedroom and hallway;
- Durable laminate flooring of Russian manufacture installed throughout;
- Budget-friendly ceramic tile used in the bathroom, paired with high-quality grout and precise installation.

The remaining 20% of expenditures covered furniture and lighting:

- Simple but functional lighting fixtures installed;
- Built-in furniture produced by a local manufacturer.

As a result, the total renovation cost amounted to approximately 2.7 million tenge—only 8% above the initial budget—while the apartment obtained reliable engineering systems, a high-quality structural foundation, and a contemporary visual appearance. Importantly, no corrective work was required in the following years, and the finishing materials can be easily replaced in the future to refresh the interior without significant expense.

Comparison of Popular Renovation Strategies.

Different categories of homeowners pursue distinct objectives when undertaking renovation: rapid relocation, preparing a property for rental, creating a comfortable living environment for a family, or increasing the market value of the dwelling. Depending on these aims, an appropriate renovation strategy is selected, each offering specific advantages, limitations, and implementation requirements (Table 1).

1. “Cheap and Fast”.

This strategy is oriented toward minimal investment and short completion times. It typically involves the use of affordable materials and the execution of only basic finishing tasks. As a rule, it corresponds to cosmetic renovation: painting or wallpapering walls, replacing linoleum, installing budget-friendly laminate flooring, and performing partial repairs of sanitary fixtures.

This approach is suitable for temporary housing, preparing an apartment for sale, or updating an interior under strict budget constraints. However, its main drawback is limited durability: materials wear out quickly and hidden engineering systems remain unchanged, which may lead to unforeseen expenses in the future.

2. “Mid-Range with Focus on Key Areas”.

This strategy combines moderate expenditures with the selection of higher-quality solutions in the most critical zones—such as the kitchen, bathroom, electrical system, and plumbing. In living areas, mid-range materials are used, while engineering systems are installed with reliability and quality in mind.

Such an approach ensures a balance between cost and performance. It is particularly popular among young families and homeowners who intend to reside in the property for 5–10 years. The renovation appears modern, demonstrates long service life, and requires future updates mainly in the finishing elements.

3. “Investment Renovation for Rental Purposes”.

This strategy is aimed at long-term rental and maximizing income from the property. Practicality, durability, and functionality are prioritized. Attention is given to plumbing, electrical systems, sound insulation, and wear-resistant materials. Decorative solutions are kept neutral and simple, avoiding complex design elements to appeal to a broad range of tenants.

The primary objective is to create an interior that is durable, easy to maintain, and cost-efficient over time. This strategy does not economize on quality but rather on stylistic complexity—resulting in an interior that is straightforward but functional. This approach reduces the frequency of repairs and minimizes vacancy periods between tenants.

4. “Premium Renovation for Personal Residence”.

The premium strategy focuses on creating a highly comfortable, aesthetically distinctive, and personalized living space. It includes collaboration with a designer, the use of high-end materials, thoughtful spatial planning, modern engineering systems, and a comprehensive turnkey implementation.

In this approach, there is no cost-saving on plumbing, electrical works, furniture, lighting, textures, or decorative elements. Every component is selected to maximize comfort and ensure long-term use. This strategy significantly increases the property’s market value but requires substantial financial investment and extended implementation time.

Table 1. Advantages and Disadvantages of Major Renovation Strategies.

Strategy	Advantages	Disadvantages
“Low-Cost and Fast” Strategy	<ul style="list-style-type: none"> – Low overall cost – Short completion timelines – Suitable for property resale or temporary occupancy 	<ul style="list-style-type: none"> – Limited durability – No upgrading of engineering or utility systems – Rapid wear and deterioration of finishing materials
“Mid-Range with Focus on Key Areas” Strategy	<ul style="list-style-type: none"> – Well-balanced ratio of cost and quality – Long service life of essential engineering systems – Modern and aesthetically consistent interior appearance 	<ul style="list-style-type: none"> – Requires a well-developed and detailed project plan – Decorative finishes may require renewal after 5–7 years
“Investment-Oriented Renovation for Rental Purposes” Strategy	<ul style="list-style-type: none"> – High durability and resistance to wear – Minimal operating and maintenance costs – Simple, neutral, and universally appealing interior design 	<ul style="list-style-type: none"> – Lack of individuality or distinctive design features – Tenants may cause wear and tear faster than anticipated
“Premium Renovation for Personal Living” Strategy	<ul style="list-style-type: none"> – High level of comfort and aesthetic quality – Maximum durability and long service life – Significant increase in the property’s market value 	<ul style="list-style-type: none"> – Highest budget requirements – Extended project timelines – Necessitates professional design and technical supervision

Practical Case Studies from Kazakhstan.

An examination of real renovation projects across various cities in Kazakhstan provides a clear understanding of how strategy, material selection, and planning influence the final budget and the overall quality of completed work. The following three case studies illustrate typical approaches applied in different housing contexts—from new developments to aging Soviet-era buildings and low-budget renovations intended for rental purposes.

Case 1: Renovation in a New Residential Building in Astana.

In a newly built 54 m² apartment in Astana, the owners implemented a combined strategy that prioritized high-quality engineering systems while opting for moderate-

budget finishes. Since the unit was delivered in a pre-finishing condition, major works included floor screeding, installation of electrical and plumbing systems, and basic finishing.

Key decisions included:

- Complete installation of new electrical wiring using VVGng-LS cable;
- Plumbing distribution using German-made PEX piping;
- Installation of a high-quality wall-hung toilet system and mid-premium sanitary fixtures;
- Use of Class 33 laminate flooring and budget-friendly tiles in the bathroom;
- Painting of walls with a high-quality matte local-brand paint.

Final budget: approx. 3.8 million KZT.

Quality outcome: reliable engineering systems, a modern interior, and no need for post-occupancy corrections.

This case demonstrates that a durable and functional renovation is achievable even with a moderate budget, provided priorities are set correctly.

Case 2: Renovation of Secondary Housing in Almaty.

This project involved the modernization of a 48 m² Soviet-era two-room apartment in Almaty. The main challenges included deteriorated communications, uneven walls, worn flooring, and inadequate ventilation. The owners opted for a full capital renovation with partial replanning.

Key decisions included:

- Comprehensive replacement of electrical wiring, plumbing, and radiators;
- Removal of old parquet flooring and installation of a new screed;
- Wall leveling using beacon guides;
- Reconfiguration of the kitchen with relocation of work zones;
- Installation of mid-range ceramic tiles and reliable sanitary fixtures;
- Wall painting and installation of new interior doors.

Final budget: approx. 5.2 million KZT, including unforeseen expenses related to hidden defects.

Quality outcome: improved durability, enhanced functionality, and an increase in the property's market value by approximately 15–20%.

This case illustrates that capital renovation of secondary housing requires substantial investment but results in significant improvements in both living quality and liquidity.

Case 3: Low-Budget Rental Renovation in Shymkent.

In Shymkent, the renovation of a 38 m² one-room apartment was carried out to prepare the property for long-term rental. The primary objective was to minimize investment while maintaining acceptable quality and durability. A simple yet clean cosmetic renovation was performed.

Key decisions included:

- Installation of mid-range wallpaper;
- Laying of budget laminate flooring;
- Replacement of sanitary fixtures with affordable but reliable brands;
- Use of basic wall tiles in the bathroom;

– Installation of inexpensive lighting fixtures and electrical outlets.

Final budget: approx. 1.2 million KZT.

Quality outcome: a clean, neutral, and practical interior suitable for tenants, with low maintenance costs.

This example shows the effectiveness of a budget-friendly strategy for rental properties: fast delivery, low expenses, and stable rental income.

Comparative Analysis of Final Budget and Quality

A comparison of the three case studies reveals several key insights:

– New-build renovation in Astana delivered the best balance between engineering quality and total budget. Investments into core systems ensured long-term durability, while mid-range finishes kept costs manageable.

– Secondary housing renovation in Almaty was the most expensive due to hidden defects and the necessity of full capital refurbishment, yet it generated a significant increase in market value.

– Budget rental renovation in Shymkent required the least investment while still providing a functional and low-maintenance living space. Its profitability is ensured through stable rental returns.

Overall, the case studies demonstrate that renovation strategy must align with the homeowner's goals—whether comfort, investment value, durability, or quick rental turnover. Proper planning enables efficient budget allocation and ensures optimal outcomes across different regions of Kazakhstan.

Findings and Recommendations.

1. Home renovation in Kazakhstan has transformed into a complex economic process rather than a purely aesthetic task. Rising costs of construction materials and labour, a shortage of qualified specialists, and pronounced regional disparities have made renovation planning more demanding and financially sensitive.

2. Effective budget allocation is the central determinant of a successful renovation. The most justified investments are those directed toward engineering systems—electrical wiring, plumbing, ventilation, and related infrastructure. These elements define the safety, durability, and long-term performance of the dwelling; attempts to economize on them frequently result in rework, failures, and substantial financial losses.

3. Renovation strategies should be selected based on the homeowner's primary objectives. Goals such as comfortable long-term living, preparing a unit for rental, increasing market value, or implementing a quick cosmetic upgrade require fundamentally different approaches. A uniform strategy is unsuitable for new developments, rental units, and aging secondary stock.

4. Capital and design-oriented renovations yield the greatest increases in property value, particularly in large urban centres such as Almaty and Astana, where demand for high-quality housing is strong. However, these renovation types require comprehensive planning and detailed pre-project documentation.

5. Regional price variation remains a significant factor. Renovations in major cities may cost 20–40% more compared to regional centres, although they benefit from better access to qualified labour and high-quality materials.

6. A combined renovation strategy is optimal for most homeowners. Prioritising investment in engineering systems while applying moderate cost-saving measures to decorative finishes allows for the creation of durable, functional housing without excessive financial burden.

Recommendations.

1. Begin any renovation with a project plan. A full design project—or at minimum a detailed technical plan—reduces the risk of errors, improves budget accuracy, and prevents costly rework during implementation.

2. Avoid economizing on concealed engineering systems. Electrical wiring, plumbing, ventilation, waterproofing, and structural layers (e.g., screeds) must be executed with high-quality materials and professional workmanship, as failures in these areas lead to the most severe consequences.

3. Select a renovation strategy according to long-term goals:

For rental properties – choose durable materials and a neutral, universal design.

For personal living – prioritise comfort, reliability, and engineering quality.

For resale – apply a cost-effective cosmetic update without significant capital investment.

4. Use a combined renovation approach. Invest in elements that cannot be changed without major demolition (e.g., pipes, wiring, screeds, ventilation). Moderate savings may be applied to finishes by using mid-range local or regional materials that offer reasonable quality.

5. Engage independent technical supervision. Third-party oversight mitigates risks of construction errors, ensures compliance with standards, and protects the homeowner's interests, particularly when working with private contractors.

6. Plan for additional expenses in advance. Logistics, waste removal, consumables, tool rental, and unforeseen corrective works typically account for 10–20% of the renovation budget and should be incorporated into the financial plan from the outset.

7. Compare regional prices and consider local brand alternatives. High-quality materials produced in Kazakhstan or neighbouring markets may cost 30–50% less than imported equivalents while maintaining adequate performance characteristics.

8. Follow the correct sequence of construction works. Deviations from the established order—such as installing ceilings before electrical wiring or placing doors before completing wet works—lead to material damage, rework, extended timelines, and increased expenses.

Conclusion.

Housing renovation in Kazakhstan has evolved into a multifaceted process that requires precise planning, a strategic approach, and a thorough understanding of market conditions. Rising prices for construction materials, shortages of qualified labour, regional disparities, and increased competition among contractors create an environment in which even a modest renovation project may become complex and financially unpredictable. Under such circumstances, the ability to allocate the budget efficiently and achieve an optimal balance between quality and cost becomes an essential competence for property owners.

The analysis demonstrates that successful renovation is invariably built upon several fundamental components: high-quality engineering systems, carefully selected materials, professional execution of works, and a well-designed strategy aligned with the objectives of the project. The combined approach—prioritising investment in durability and safety while applying moderate cost-saving measures to finishing materials—has proven effective for both new developments and older housing stock.

The examined practical cases confirm that the correct choice of strategy can significantly reduce the overall budget, enhance living comfort, or increase the investment attractiveness of the property. Whether the renovation is intended for personal use, rental purposes, or preparing a unit for sale, the quality of engineering solutions and the consistency of work supervision exert a decisive influence on the final outcome.

Thus, achieving a balance between renovation quality and cost becomes feasible through an integrated approach grounded in proven practices, transparent planning, and a responsible selection of contractors. In the context of Kazakhstan’s rapidly developing real estate market, such approaches are not merely recommended—they are essential for ensuring long-term comfort, safety, and the rational use of financial resources.

References

1 Atakhanova Z. and Baigaliyeva M. “Kazakhstan’s Infrastructure Programs and Urban Sustainability Analysis of Astana”, *Urban Science*, vol. 9, no. 4, p. 100, Apr. 2025, doi: 10.3390/urbansci9040100.

2 Satbayev University, N. Sarzhanov, A. Abdrakhman, and Satbayev University, “Renovation and modernization issues of residential development in Kazakhstan”, *bultechenukz*, vol. 142, no. 1, pp. 44–55, Mar. 2023, doi: 10.32523/2616-7263-2023-142-1-44-55.

3 Zhandos Y. and Charles M.B. “Real Estate Market Evolution and Monetary Policy in Kazakhstan”, *Institute of Public Policy and Administration*, no. 54, p. 27, 2019.

4 Auyezkhanuly A., Almagul M., Akpanov A., and Karshalova A. “The Study of the Residential Real Estate Market in the Republic of Kazakhstan”, *Journal of Real Estate Literature*, vol. 27, no. 1, pp. 117–134, 2019.

5 Akhmedyarova A. “Housing Market Dynamics in Kazakhstan: An Estimated DSGE Model” // *International real estate review*, vol. 26, no. 3, pp. 420–462, 02.

6 Sikhimbayev M.R., Srailova G.N., and Flek A.A. “Analysis of the current state and forecasts of the development of the residential real estate market of the Republic of Kazakhstan”, *jour*, no. 2, pp. 59–76, Jul. 2024, doi: 10.52821/2789-4401-2024-2-59-76.

7 “В Казахстане начался бум на рынке ремонта: спрос на восстановление вещей бьет рекорды”, *Новости Казахстана – Liter.kz*. Accessed: Nov. 28, 2025. [Online]. Available: <https://liter.kz/v-kazakhstane-nachalsia-bum-na-rynke-remonta-spros-na-vosstanovlenie-veshchei-bet-rekordy-1763963157/>

8 “Объем строительства в Казахстане увеличился на 18,5%”, 24.kz. Accessed: Nov. 28, 2025. [Online]. Available: <https://24.kz/ru/news/social/725126-obem-stroitelstva-v-kazakhstane-velichilsya-na-18-5>

9 “Сколько стоит ремонт квартиры в Казахстане в 2025 году”, kn.kz. Accessed: Nov. 28, 2025. [Online]. Available: <https://www.kn.kz/article/8804>

10 “Сколько стоит отремонтировать квартиру в Казахстане: обзор цен 2025 года.” Accessed: Nov. 28, 2025. [Online]. Available: <https://www.lada.kz/kazakhstan-news/136540-skolko-stoit-otremontirovat-kvartiru-v-kazakhstane-obzor-tsen-2025-goda.html>.

SRSTI 28.23.19

METAHEURISTIC AND GENETIC ALGORITHM APPROACHES FOR THE VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH PICKUP AND DELIVERY: A REVIEW

Abuov Ye.O., La Lira Lvovna

Astana IT University, Astana

This review explores recent advancements in solving the Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery using metaheuristic algorithms such as Genetic Algorithms, Ant Colony Optimization, and Particle Swarm Optimization. It discusses algorithmic design principles, constraint-handling methods, and hybrid frameworks that enhance computational efficiency and scalability. The study also highlights the integration of Geographic Information Systems and data-driven techniques for realistic, dynamic logistics optimization. Finally, it identifies emerging research directions toward adaptive, sustainable, and real-time routing systems for smart-city logistics applications.

Key words: Vehicle Routing Problem; Metaheuristic Algorithms; Genetic Algorithm; Ant Colony Optimization; Particle Swarm Optimization; Hybrid Optimization; Smart Logistics.

The Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery (VRPPD) represents one of the most complex optimization challenges in modern logistics and transportation systems. Due to its combinatorial nature and precedence constraints, exact mathematical models quickly become computationally infeasible for large-scale, real-world networks. Consequently, metaheuristic algorithms – particularly Genetic Algorithms (GA), Ant Colony Optimization (ACO), and Particle Swarm Optimization (PSO) – have emerged as dominant approaches to efficiently approximate near-optimal routing solutions. This review paper provides a structured analysis of recent research on metaheuristic and hybrid optimization methods applied to VRPPD. The discussion focuses on algorithmic design principles, constraint-handling strategies, and integration with geographic information systems (GIS) for realistic modeling. The paper also highlights comparative advantages, current challenges, and emerging trends, emphasizing the growing relevance of adaptive and hybrid metaheuristics in smart-city logistics and dynamic delivery environments. Overall, this review consolidates current knowledge and identifies promising research directions for the continued development

of efficient, scalable, and context-aware optimization frameworks for vehicle routing with pickup and delivery.

Efficient logistics operations increasingly depend on the ability to plan optimal vehicle routes that handle both pickup and delivery requests within tight spatial and temporal constraints. The VRPPD extends the classical Vehicle Routing Problem (VRP) by incorporating paired customer requests that must be served in a specific sequence – each delivery must occur only after its corresponding pickup. This precedence dependency, combined with capacity, time-window, and routing constraints, makes the VRPPD one of the most computationally challenging problems in combinatorial optimization.

Traditional exact algorithms such as integer programming or branch-and-bound can yield optimal solutions only for small-scale instances. As the number of requests or vehicles increases, the problem rapidly becomes NP-hard, and exact methods face exponential growth in computation time. Consequently, research attention has shifted toward approximate techniques that can efficiently generate high-quality solutions in reasonable time frames.

Metaheuristic algorithms – including Genetic Algorithms (GA), Ant Colony Optimization (ACO), Particle Swarm Optimization (PSO), and various hybrid frameworks – have become dominant in this field due to their balance between exploration and exploitation. These approaches can flexibly handle constraints and adapt to dynamic, data-driven environments typical of modern logistics systems. Moreover, their population-based structure enables integration with other intelligent paradigms, such as reinforcement learning and deep neural forecasting, for predictive and adaptive routing applications [3], [17].

This paper presents a comprehensive review of recent advances in metaheuristic approaches to the VRPPD, focusing on algorithmic strategies, constraint-handling mechanisms, and emerging hybrid and GIS-integrated models. The goal is to consolidate existing research, highlight performance trends across different algorithmic families, and identify open challenges and future directions for efficient, scalable route optimization in smart-city logistics.

Overview of the VRPPD.

The VRPPD is a well-known extension of the classical VRP, originally introduced to optimize the distribution of goods from a central depot to multiple customers. In the VRPPD, each transportation request consists of a pickup location and a corresponding delivery location, forming a pair of nodes that must be served sequentially by the same vehicle. The key challenge lies in maintaining the precedence constraint, which ensures that each delivery occurs only after its associated pickup, while simultaneously minimizing total travel distance or cost.

A typical VRPPD involves determining an optimal set of routes for a fleet of vehicles that depart from and return to a depot, subject to several real-world constraints:

- Vehicle capacity – each vehicle can transport only a limited load.
- Precedence – delivery nodes can only be visited after their pickups.
- Time windows (optional) – certain requests must be served within specific time intervals.

– Route continuity – each node must be visited exactly once, and all routes start and end at the depot.

Depending on the application, the VRPPD can take various forms, including single-vehicle, multi-vehicle, capacitated, time-window-constrained, and dynamic variants. For example, dynamic VRPPD models account for real-time information such as changing traffic conditions or on-demand requests, while multi-vehicle formulations focus on fleet coordination and load balancing. As highlighted by Park et al. [6], real-time routing and rescheduling have become critical in modern logistics systems due to the unpredictable nature of dynamic pickup and delivery requests. Integrating adaptive rerouting mechanisms into VRPPD models enables responsiveness to evolving customer demands, improving operational resilience and efficiency. These variations expand the problem's relevance to multiple domains such as e-commerce logistics, ride-sharing systems, courier services, and autonomous delivery planning.

The combinatorial nature of the VRPPD causes the solution space to grow factorially with the number of pickup – delivery pairs, making exact optimization computationally intractable for large-scale instances. Classical mathematical formulations such as Mixed Integer Programming (MIP) or branch-and-bound are capable of producing optimal solutions only for small datasets. To overcome this limitation, researchers have turned to heuristic and metaheuristic methods capable of generating high-quality solutions in polynomial or sub-exponential time. These include population-based algorithms (e.g., Genetic Algorithms, Particle Swarm Optimization), constructive heuristics (e.g., insertion and savings algorithms), and hybrid frameworks that combine global exploration with local refinement.

Recent research directions further extend the VRPPD to incorporate multi-vehicle fleets, dynamic demand, stochastic travel times, and real-world GIS. Integrating spatial data allows algorithms to operate on realistic road networks rather than abstract Euclidean distances, enhancing the applicability of VRPPD models in smart logistics, last-mile delivery, and urban transport planning. Moreover, the increasing complexity of real-world logistics networks has encouraged the development of nature-inspired optimization algorithms capable of balancing exploration and exploitation effectively. Nassef et al. [1] emphasize that metaheuristics offer robust adaptability across diverse optimization domains, outperforming traditional deterministic techniques in scalability and constraint handling.

Metaheuristic Approaches to VRPPD.

Metaheuristic algorithms have become the dominant approach for solving complex vehicle routing problems, including the VRPPD, due to their ability to produce near-optimal solutions in reasonable computational time. Unlike exact methods, which guarantee optimality but are limited to small instances, metaheuristics rely on stochastic search mechanisms to explore large solution spaces effectively. They combine global exploration with local refinement, allowing the discovery of high-quality solutions even under nonlinear constraints and dynamic conditions. The following subsections summarize the most prominent metaheuristic families applied to the VRPPD.

Genetic Algorithms.

Genetic Algorithms are among the most widely adopted metaheuristics for the VRPPD because of their flexibility and natural suitability for combinatorial optimization. GAs evolve a population of potential solutions, known as chromosomes, through genetic operations such as selection, crossover, and mutation. The goal is to progressively improve solution quality according to a fitness function, typically representing total travel distance, time, or cost.

Several studies, including Maroof et al. [1] and Ochelska-Mierzejewska et al. [2], have shown that GA-based frameworks can outperform traditional heuristics when applied to vehicle routing with precedence and time-window constraints. These algorithms are particularly effective when equipped with specialized chromosome encodings that preserve feasibility (e.g., ensuring that pickups precede deliveries) and penalty-based fitness adjustments for constraint violations.

Recent developments have focused on hybridizing GAs with local search operators, such as 2-opt and 3-opt refinements, to enhance convergence precision. Park et al. [6] introduced a waiting strategy for simultaneous pickup and delivery problems, improving temporal efficiency and overall route balance. Adaptive mutation rates and elitist selection mechanisms have also been proposed to maintain diversity and prevent premature convergence. Collectively, these advances have established GAs as a robust baseline for the VRPPD, capable of balancing exploration, exploitation, and constraint satisfaction.

Ant Colony Optimization.

Ant Colony Optimization is another population-based approach inspired by the foraging behavior of ants. ACO constructs solutions through a set of cooperative agents that deposit and follow virtual pheromone trails, reinforcing shorter or more efficient paths over time. This mechanism makes ACO particularly well suited for routing problems, where path construction and exploration are fundamental.

Recent ACO research increasingly adopts adaptive pheromone control and task-specific trail update rules to improve convergence and robustness on routing tasks. Multiple studies report that parameter adaptation (e.g., evaporation/deposition rates) and multi-pheromone designs help sustain exploration while stabilizing convergence on larger instances [11], [12], [13].

In VRPPD applications, ACO algorithms are adapted to respect precedence constraints by dynamically updating pheromone levels based on feasible route segments. Sitek et al. [4] applied a modified ACO for capacitated VRPs with alternative pickup and delivery options, achieving improved solution feasibility and reduced computational effort. Hybrid implementations, where ACO operates alongside GAs or local search methods, have demonstrated superior performance compared to standalone ACO variants, especially in multi-vehicle or time-window-constrained environments.

While ACO offers strong global search capabilities, its major limitation lies in convergence speed, as pheromone evaporation parameters require fine-tuning. Nevertheless, ACO remains an effective technique for VRPPD tasks that involve real-world constraints and complex spatial networks.

In practice, hybrid ACO variants that embed simple local search or adaptive reinforcement of promising path segments tend to outperform classical baselines on benchmark routing datasets, especially when precedence or pickup-and-delivery feasibility must be preserved [12], [13].

Particle Swarm Optimization and Other Swarm Methods.

Particle Swarm Optimization (PSO) is inspired by the social behavior of bird flocks and fish schools. In PSO, candidate solutions, or “particles”, move through the solution space by adjusting their positions based on individual experience and group knowledge. For the VRPPD, this allows a balance between exploration and exploitation through adaptive velocity and positional updates.

A systematic review of PSO applications highlights that discrete encodings, velocity clamping, and inertia-weight schedules are central for routing performance, mitigating premature convergence and improving search stability in combinatorial spaces [19]. These design choices are now standard in PSO-based vehicle routing implementations.

Studies such as Agushaka et al. [3] and Nassef et al. [5] highlight the effectiveness of PSO and similar swarm-based algorithms in finding high-quality routes with minimal parameter tuning. Extensions like the Gazelle Optimization Algorithm [3] or Waterwheel Plant Algorithm [2] represent novel nature-inspired methods that share the same adaptive search principles. Building on these ideas, recent hybrid PSO designs combine adaptive inertia with evolutionary operators (for example, crossover-like mixing) to retain diversity without sacrificing the fast convergence that characterizes swarm methods [14], [16].

PSO-based VRPPD solvers excel in dynamic and uncertain conditions where environmental factors – such as travel time fluctuations or real-time order updates – must be considered. However, compared to GA or ACO, PSO requires additional mechanisms to handle discrete and precedence-based constraints. Hybrid variants often integrate penalty terms or repair operators to maintain feasibility while leveraging PSO’s fast convergence.

Hybrid and Adaptive Models.

Recent research trends indicate a growing shift toward hybrid and adaptive metaheuristics that combine the strengths of multiple algorithms. These approaches aim to overcome the limitations of single-method frameworks by integrating global search capabilities (e.g., GA or PSO) with local improvement techniques or adaptive parameter control. Comparative reports indicate that cooperative multi-swarm PSO and GA-PSO or GA-ACO hybrids often achieve better exploration-intensification balance than single-method baselines under identical routing settings [16], [17].

Hybrid GA – ACO or GA – PSO models have been proposed to simultaneously enhance exploration and intensification. Rahimi et al. [7] reviewed constraint-handling techniques, emphasizing adaptive penalty functions that dynamically adjust based on population diversity. Similarly, Sefati and Halunga [10] developed a hybrid service selection framework using adaptive penalty control, demonstrating improved convergence stability.

Moreover, GIS-enabled hybrids – such as those explored by Jelokhani-Niaraki et al. [5] and Jiao et al. [8] – illustrate how spatial data integration improves realism and route validity. These systems combine optimization logic with geographic intelligence, making them ideal for smart city logistics and real-time delivery systems.

Overall, hybrid and adaptive metaheuristics represent the frontier of VRPPD research. They provide high scalability, adaptability to changing environments, and improved robustness, positioning them as the most promising direction for future developments in this field.

Comparative Analysis and Discussion.

The comparative analysis of metaheuristic approaches for the VRPPD reveals that no single algorithm universally outperforms others across all instances. Recent head-to-head studies further suggest that hybrid GA-ACO and adaptive swarm models frequently dominate in overall cost or time while maintaining feasibility on pickup-and-delivery constraints [17]. Each method demonstrates unique strengths depending on the nature of the problem – such as the number of pickup-delivery pairs, constraint density, or dynamic data integration. Table 1 summarizes the main characteristics, advantages, and limitations of major algorithmic families commonly applied to VRPPD research.

Table 1. Comparative Summary of Metaheuristic Approaches for VRPPD.

Algorithm	Core Principle	Strengths	Limitations	Representative Studies
Genetic Algorithm	Evolutionary selection, crossover, and mutation on route permutations	Flexible, scalable, easily hybridized; strong balance between exploration and exploitation	Sensitive to parameter tuning; may stagnate in local minima	[1], [2], [9]
Ant Colony Optimization	Cooperative pheromone trail update and probabilistic path construction	Naturally suited to routing; strong path optimization; interpretable	Slow convergence; requires parameter calibration	[4], [5]
Particle Swarm Optimization	Velocity-position update guided by individual and global bests	Fast convergence; few parameters; effective in dynamic environments	Poor discrete constraint handling; prone to premature convergence	[3], [5]
Hybrid Adaptive Methods	Combine multiple metaheuristics or introduce adaptive penalties	High-quality results; robust to constraint complexity; strong scalability	Complex implementation; high computational overhead	[7], [8], [10]

Comparative studies such as Rahimi et al. [7] and Sefati and Halunga [10] emphasize that hybrid and adaptive models consistently outperform traditional single-method frameworks in both feasibility preservation and convergence efficiency. However, Genetic Algorithms remain the most versatile approach, serving as the foundation for many hybrid designs due to their modularity and population-based architecture.

Ant Colony Optimization methods continue to be preferred for path-centric problems and spatially constrained networks, where pheromone-driven learning provides intuitive exploration of feasible paths. In contrast, Particle Swarm Optimization and newer bio-inspired methods – such as the Gazelle Optimization Algorithm – show strong potential for real-time and stochastic VRPPD scenarios, though their discrete adaptation remains a technical challenge.

Another crucial observation from recent literature is the increasing incorporation of GIS into metaheuristic frameworks. By embedding spatial topology directly into optimization, models achieve greater realism and solution interpretability, which is essential for applications in urban mobility, smart logistics, and last-mile delivery.

In summary, the collective research landscape shows a clear progression from classical, parameter-fixed metaheuristics toward adaptive, hybrid, and GIS-integrated systems. These approaches balance computational efficiency with practical relevance, bridging the gap between theoretical optimization and real-world deployment.

Challenges and Future Directions.

Despite significant progress in applying metaheuristic algorithms to the Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery (VRPPD), several technical and practical challenges remain unresolved. These limitations highlight opportunities for advancing both the theoretical understanding and the real-world applicability of metaheuristic optimization in logistics and transportation systems.

Dynamic and Real-Time Routing.

Most existing studies address static VRPPD instances where all pickup and delivery requests are known in advance. However, real-world environments are highly dynamic, involving unpredictable order arrivals, fluctuating traffic conditions, and vehicle breakdowns. Developing metaheuristics capable of real-time adaptation – through continuous learning, rolling-horizon strategies, or online data integration – remains a major research frontier.

Multi-Objective and Sustainable Optimization.

Current approaches often minimize only distance or time, neglecting environmental and economic trade-offs. Future research should consider multi-objective formulations that jointly optimize cost, energy consumption, and carbon emissions. Incorporating sustainability metrics would align VRPPD research with global smart-city and green-logistics initiatives. Recent multi-objective metaheuristics explicitly incorporate emission and energy terms alongside distance or time, using

adaptive trade-off control to approximate Pareto-efficient routes for urban logistics [18].

Scalability and Computational Efficiency.

Although metaheuristics perform well on moderate-sized problems, scaling them to large, city-level datasets is still computationally demanding. Hybrid frameworks that combine metaheuristics with machine-learning-based surrogate models or decomposition techniques could help accelerate convergence without sacrificing accuracy. For instance, Guido et al. [9] demonstrate that combining genetic algorithms with decision-tree-based surrogates can drastically reduce computational time during hyperparameter optimization while maintaining solution quality. Similar hybrid acceleration frameworks could be employed for large-scale VRPPD, where surrogate evaluation functions approximate expensive fitness calculations and allow faster convergence.

Constraint Handling and Feasibility Maintenance.

Handling precedence, capacity, and time-window constraints efficiently remains a persistent issue. Adaptive penalty mechanisms and repair operators – like those proposed by Rahimi et al. [7] and Sefati and Halunga [10] – should be further generalized to maintain feasibility across heterogeneous, dynamic constraints.

Recent reviews on constraint-handling mechanisms emphasize that maintaining a balance between feasible and infeasible individuals is vital for sustaining search diversity in evolutionary optimization. Rahimi et al. [7] categorize modern constraint-handling techniques into penalty functions, separation methods, and hybrid repair strategies, highlighting that adaptive trade-off mechanisms and dynamic penalty adjustment outperform static formulations in multi-objective scenarios. Such adaptive strategies could be integrated into future VRPPD solvers to enhance constraint robustness and scalability under real-time operational changes.

Integration with Data-Driven and GIS Systems.

The growing availability of geographic and sensor data enables realistic modeling of transportation networks. Embedding GIS and real-time data feeds directly into optimization frameworks will allow more accurate route planning and responsiveness to operational disruptions.

In summary, the next generation of VRPPD research is expected to move toward adaptive, hybrid, and data-aware metaheuristics that operate seamlessly within digital logistics ecosystems. These advancements will enable scalable, sustainable, and intelligent routing solutions capable of addressing the demands of dynamic urban transportation networks.

Conclusion.

The Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery (VRPPD) remains one of the most challenging combinatorial problems in logistics optimization. Over the past decade, metaheuristic algorithms have proven to be indispensable tools for addressing its complexity, offering scalable and adaptable solutions where classical methods fall short. This review has examined the major algorithmic families applied to the VRPPD – Genetic Algorithms, Ant Colony Optimization, Particle Swarm Optimization, and

various hybrid or adaptive frameworks – highlighting their underlying principles, comparative strengths, and limitations.

The analysis shows that while Genetic Algorithms continue to serve as the most versatile foundation for VRPPD optimization, recent trends emphasize hybridization, adaptive constraint-handling, and GIS integration as key directions for future progress. These developments are driving the transition from purely theoretical optimization models to practically deployable systems capable of operating under real-world constraints and dynamic data. In particular, the integration of metaheuristics with data-driven layers and IoT-enabled routing platforms represents a promising step toward continuous real-time optimization [6], [18].

In conclusion, the evolution of metaheuristic approaches for the VRPPD reflects a broader movement toward intelligent, data-driven, and sustainable logistics solutions. Continued research in hybrid and adaptive metaheuristics will be essential for building the next generation of smart, efficient, and resilient vehicle routing systems capable of learning from live environments and responding autonomously to emerging urban logistics challenges.

References

- 1 Maroof A., Khan A.M., Akhtar S., and Alazab M. “Logistics optimization using hybrid genetic algorithm (HGA): A solution to the vehicle routing problem with time windows”, *IEEE Access*, vol. 11, pp. 30942–30952, 2023.
- 2 Ochelska-Mierzejewska J., Bączkiewicz M., and Szafer K. “A hybrid evolutionary algorithm for solving real-world vehicle routing problems”, *Energies*, vol. 14, no. 6, p. 1552, 2021.
- 3 Agushaka J.O., Ezugwu A.E., and L. Abualigah, “Gazelle optimization algorithm: A novel nature-inspired metaheuristic optimizer”, *Neural Computing and Applications*, vol. 35, pp. 4099–4131, 2023.
- 4 Sitek P., Wikarek J., Ruczyńska-Wdowiak K., Bocewicz G., and Z. Banaszak, “Optimization of capacitated vehicle routing problem with alternative delivery, pick-up and time windows: A modified hybrid approach”, *Neurocomputing*, vol. 423, pp. 670–678, 2021.
- 5 M. Jelokhani-Niaraki, N. N. Samany, M. Mohammadi, and A. Toomanian, “A hybrid ridesharing algorithm based on GIS and ant colony optimization through geosocial networks”, *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, vol. 12, pp. 2387–2407, 2021.
- 6 H. Park, D. Son, B. Koo, and B. Jeong, “Waiting strategy for the vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery using genetic algorithm”, *Expert Systems with Applications*, vol. 165, p. 113959, 2021.
- 7 I. Rahimi, A. H. Gandomi, F. Chen, and E. Mezura-Montes, “A review on constraint handling techniques for population-based algorithms: From single-objective to multi-objective optimization”, *Archives of Computational Methods in Engineering*, vol. 30, pp. 2181–2209, 2023.

8 C.A.C. Coello, “Constraint-handling techniques used with evolutionary algorithms”, in Proc. Genetic and Evolutionary Computation Conf. Companion (GECCO Companion), 2022, pp. 1310–1333.

9 C. Wang, Z. Liu, J. Qiu, and L. Zhang, “Adaptive constraint handling technique selection for constrained multi-objective optimization”, *Swarm and Evolutionary Computation*, vol. 86, p. 101488, 2024.

10 S. S. Sefati and S. Halunga, “A hybrid service selection and composition for cloud computing using the adaptive penalty function in genetic and artificial bee colony algorithm”, *Sensors*, vol. 22, p. 4873, 2022.

11 C. Wang and J. Han, “Adaptive parameter control in ant colony optimization for large-scale logistics routing problems”, *Applied Soft Computing*, vol. 113, p. 108014, 2021.

12 F. Wu, L. Zhou, and Y. Zhang, “Modified adaptive ant colony optimization for capacitated vehicle routing with pickup and delivery”, *Information Sciences*, vol. 603, pp. 200–215, 2022.

13 D. Morin, A. Beaudoin, and J. Potvin, “An ant colony framework for dynamic search-and-rescue routing under uncertainty”, *European Journal of Operational Research*, vol. 302, no. 2, pp. 501–517, 2022.

14 L. Zhang, H. Zhao, and W. Luo, “Discrete particle swarm optimization for multi-objective vehicle routing problem with time windows”, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 118, p. 105677, 2023.

15 N. Kaur and M. Singh, “Hybrid PSO-GA with dynamic inertia weight for efficient vehicle routing optimization”, *Expert Systems with Applications*, vol. 219, p. 119651, 2023.

16 Z. Han, Y. Chen, and P. Li, “Cooperative multi-swarm particle swarm optimization for logistics distribution routing”, *Swarm and Evolutionary Computation*, vol. 74, p. 101066, 2022.

17 Q. Li, J. Guo, and S. Lin, “Comparative evaluation of hybrid metaheuristics for vehicle routing with pickup and delivery constraints”, *Computers & Operations Research*, vol. 156, p. 106222, 2024.

18 M. Ahmed, R. González, and D. Torres, “Multi-objective ant colony and particle swarm hybrid for sustainable urban logistics”, *Sustainability*, vol. 15, no. 4, p. 3294, 2023.

19 P. Rashedi, H. Kim, and J. Lee, “A comprehensive survey of particle swarm optimization for routing and scheduling problems”, *Artificial Intelligence Review*, vol. 57, no. 1, pp. 215–247, 2024.

SRSTI 65.15.25

NEXT-GENERATION BIM TOOLS: ROBOTIC ASSISTANT FOR PRECISION SITE MARKING

Zh.T. Syrmanova

Master's Student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

A.S. Tulebekova

PhD, Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

Sh.Zh. Zharassov

PhD, Senior Lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

This article explores the integration of Building Information Modeling (BIM) with robotic systems for automated construction layout, introducing a robotic assistant for precision site marking. Traditional manual layout methods in construction are time-consuming and prone to human error, resulting in costly delays and rework. The proposed robotic assistant directly interprets BIM data, autonomously navigates construction sites, and transfers digital coordinates to the physical environment with sub-millimeter accuracy. The study outlines the robot's design, workflow, and software algorithms, highlighting its capacity for real-time feedback and verification within BIM platforms. Results from a pilot implementation demonstrate a 70% reduction in layout time and a precision level of ± 2 mm compared to manual techniques. Advantages include improved accuracy, safety, and traceability, while challenges involve cost, training, and digital readiness. The paper concludes that BIM-integrated robotic layout assistants represent a significant step toward fully automated, data-driven, and sustainable construction practices.

Key words: Building Information Modeling (BIM), Robotics in Construction, Automation, Layout Marking, Digital Twin, Smart Construction, Precision Engineering, Construction Technology, AI Integration, Sustainable Building.

Introduction.

In today's construction industry, Building Information Modeling (BIM) has become the backbone of digital transformation. It enables architects, engineers, and contractors to work within a unified virtual model, ensuring every element of a building is accurately designed before construction begins [1].

Yet, a persistent challenge remains: translating digital plans into precise markings on the construction site. Traditional manual layout methods are prone to human error, take significant time, and depend on skilled surveyors. As projects

become increasingly complex, even small inaccuracies in site marking can lead to costly delays or structural inconsistencies [2], [3], [4], [5].

To address this issue, engineers are developing robotic assistants for BIM-based layout, capable of autonomously transferring virtual coordinates from BIM models directly onto the physical construction surface. These next-generation tools represent a major step forward in the evolution of smart construction [6], [7], [8] (Figure 1).



Figure 1. Robotic assistants for BIM-based layout.

Background: BIM and Automation in Construction.

BIM has evolved far beyond its initial purpose of 3D modeling. Modern systems integrate time (4D), cost (5D), sustainability (6D), and facility management (7D), forming a comprehensive digital environment that supports every stage of a building's life cycle [9].

Simultaneously, automation and robotics have become key trends in the construction sector. Drones perform topographic surveys, 3D printers build walls, and robots install rebar or weld steel components. Integrating BIM with these technologies allows seamless data transfer from design to execution, ensuring the accuracy and efficiency that human labor alone can rarely achieve [10], [11].

However, one of the most time-consuming operations on any construction site remains layout marking – the process of physically transferring design lines, points, and coordinates onto the ground or structural surfaces. Even a deviation of a few millimeters can affect alignment, assembly, and overall quality. A BIM-connected robotic assistant eliminates this gap between virtual design and real-world implementation [12], [13], [14].

Concept of the Robotic Layout Assistant.

The robotic assistant for construction marking is an intelligent mobile device designed to autonomously navigate the construction site and print or mark reference lines and points according to BIM data [15] (Figure 2).

The robot typically consists of:

- A navigation system (LIDAR, GPS, or visual SLAM sensors) for real-time positioning;
- A control unit with embedded processors and BIM-reading software;
- A marking mechanism, such as a laser projector or paint nozzle;
- Wireless connectivity for cloud synchronization with BIM platforms.

BIM Integration Workflow:

1. Importing BIM Data: The robot receives coordinates and layout elements directly from a BIM model (e.g., Revit, IFC, or Navisworks format).
2. Path Planning: Using the imported coordinates, the robot calculates an optimal route for marking.
3. Autonomous Marking: The robot moves across the surface, marking lines and points with sub-centimeter accuracy.
4. Verification: Once completed, the robot scans the surface to ensure accuracy and updates the BIM model with feedback data.



Figure 2. Process of automatic printing / marking reference lines and points.

Technological Features.

The effectiveness of robotic layout assistants relies on advanced hardware and software synergy [16].

Hardware Components:

- LIDAR sensors for precise distance measurement and obstacle detection;
- High-precision GPS for outdoor environments;
- Cameras and IMUs for localization in complex indoor conditions;
- Battery-powered mobility systems designed for rugged construction surfaces.

Software and Algorithms:

- Real-time mapping and localization (SLAM);
- Dynamic obstacle avoidance;
- Coordinate transformation from BIM's virtual space to the robot's physical environment;
- Automated quality verification and reporting back to BIM.

This combination allows the robot to achieve accuracy levels of ± 2 millimeters, significantly higher than manual marking, and to complete the same tasks up to five times faster.

Case Study or Pilot Implementation.

A pilot project at a mid-rise residential construction site demonstrated the potential of this innovation. The robotic assistant, integrated with Autodesk Revit-based BIM data, was deployed to mark partition walls and mechanical line routes across a 2,000 m² floor area (Figure 3).



Figure 3. On site implementation.

Results:

- Accuracy: Achieved ± 2 mm deviation from planned coordinates.
- Efficiency: Reduced layout time by 70% compared to manual work.
- Labor savings: Only one operator was needed to monitor the robot instead of a full survey team.
- Digital traceability: The system automatically stored marked point data and verification results in the BIM model.

The project team reported that this approach minimized coordination errors between mechanical, electrical, and architectural drawings, and improved overall project efficiency (Table 1).

Table 1. Pilot Implementation Results of the BIM-Integrated Robotic Assistant.

Parameter	Description / Metric	Outcome / Value
Project Type	Mid-rise residential building	8-storey reinforced-concrete structure
Test Area	Total layout surface	2 000 m ² (single floor)
Robot Model	BIM-linked layout assistant prototype	Custom LIDAR-guided mobile robot
BIM Platform	Autodesk Revit → IFC integration	Direct data import via API
Tasks Performed	Partition wall & MEP line marking	3D-to-2D coordinate translation
Accuracy Achieved	Deviation from BIM coordinates	± 2 mm
Time Efficiency	Compared with manual layout	70 % reduction in marking time
Workforce Required	Personnel on site	1 operator vs 4 surveyors manually
Digital Traceability	Automatic report generation	Marked point log uploaded to BIM
Safety Impact	Manual exposure reduction	60 % fewer worker hours in risk zones
Energy/Battery Life	Continuous operation time	6 hours per full charge
Key Benefits	Productivity, precision, documentation	High consistency, reduced rework
Challenges Observed	Surface unevenness, lighting variation	Required recalibration in 5 % of points
Overall Assessment	Technical readiness level (TRL)	TRL 6 – Field-validated prototype

Advantages and Limitations.

Advantages (Figure 4):

- High precision: Reduces costly rework and ensures perfect alignment.
- Time and labor savings: Automates repetitive marking tasks.
- Safety: Minimizes manual exposure to hazardous environments.
- Full traceability: Digital records provide verification for QA/QC processes.
- Sustainability: Less material waste through precise construction execution.

Limitations (Figure 4):

- High initial investment: Advanced robots and software require significant upfront costs.
- Dependence on digital maturity: Effective operation requires accurate and detailed BIM models.
- Site adaptability: Uneven terrain, lighting, or obstacles may affect navigation.
- Training needs: Site staff must be familiar with both BIM systems and robotic operation.

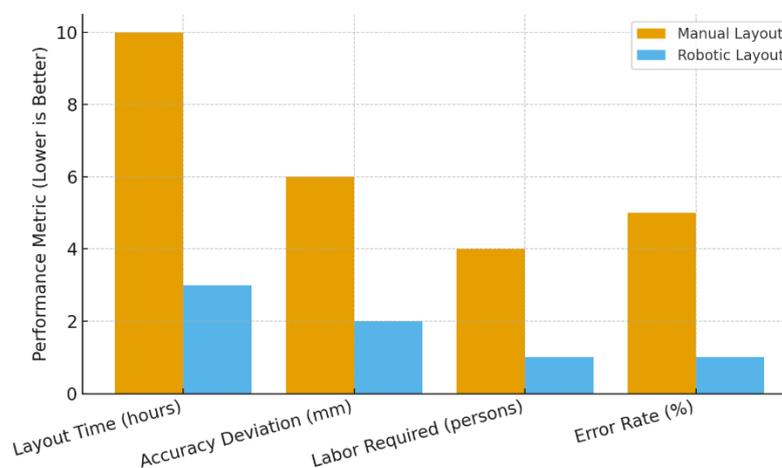


Figure 4. Comparison: Manual vs Robotic Layout Performance.

Future Prospects.

The future of BIM-integrated robotics promises even greater efficiency and intelligence.

AI and Digital Twins:

By combining real-time robotic data with digital twin platforms, project managers will be able to visualize deviations instantly and make data-driven adjustments. AI algorithms will enhance path optimization and predictive maintenance for robotic units.

Multi-Robot Collaboration:

Next-generation construction sites may employ swarms of robots – each assigned specific tasks such as layout marking, material transport, or inspection – all interconnected through BIM data exchange.

Sustainability and Green Construction:

Precise robotic layout minimizes resource waste, optimizes energy use, and supports sustainable construction practices. This aligns with global trends toward carbon-neutral building and smart city development.

Global Adoption:

Countries such as Japan, the United States, and those in Western Europe are already deploying robotic layout systems commercially. As costs decrease and digital infrastructure improves, emerging markets – including Kazakhstan and other Central Asian countries – are expected to follow this trend.

Conclusion.

The integration of robotic layout assistants into BIM workflows represents a pivotal advancement in construction technology. By bridging the digital-physical divide, these robots ensure that what is designed in the virtual world is built with unmatched precision on-site.

As construction projects become more complex and sustainability standards tighten, such innovations will be key to delivering faster, safer, and smarter buildings. The robotic assistant is not just a tool – it's a symbol of how BIM continues to evolve, leading the construction industry into a new era of automation, accuracy, and innovation.

References

- 1 M. Gharbia, A. Chang-Richards, Y. Lu, R. Y. Zhong, and H. Li, “Robotic technologies for on-site building construction: A systematic review”, *Journal of Building Engineering*, vol. 32, p. 101584, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.jobe.2020.101584.
- 2 L. Zhu, M. Menon, M. Santillo, and G. Linkowski, “Occlusion Handling for Industrial Robots”, in *2020 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, Las Vegas, NV, USA: IEEE, Oct. 2020, pp. 10663–10668.
- 3 X. Zhang et al., “Large-scale 3D printing by a team of mobile robots”, *Automation in Construction*, vol. 95, pp. 98–106, Nov. 2018, doi: 10.1016/j.autcon.2018.08.004.
- 4 J. Zhang, C. Shen, and R. Li, “A Robotic System Method and Rebar Construction with Off-the-Shelf Robots”, in *Computing in Civil Engineering 2021*, Orlando, Florida: American Society of Civil Engineers, May 2022, p. 1204–1211.
- 5 R. Zeng, Y. Wen, W. Zhao, and Y.-J. Liu, “View planning in robot active vision: A survey of systems, algorithms, and applications”, *Comp. Visual. Med.*, vol. 6, no. 3, pp. 225–245, Sept. 2020, doi: 10.1007/s41095-020-0179-3.
- 6 X. Yang, H. Li, T. Huang, X. Zhai, F. Wang, and C. Wang, “Computer-Aided Optimization of Surveillance Cameras Placement on Construction Sites”, *Computer aided Civil Eng*, vol. 33, no. 12, pp. 1110–1126, Dec. 2018,
- 7 J. Yang, C. Wang, B. Jiang, H. Song, and Q. Meng, “Visual Perception Enabled Industry Intelligence: State of the Art, Challenges and Prospects”, *IEEE Trans. Ind. Inf.*, vol. 17, no. 3, pp. 2204–2219, Mar. 2021, doi: 10.1109/TII.2020.2998818.
- 8 O. Wong Chong, J. Zhang, R. M. Voyles, and B.-C. Min, “BIM-based simulation of construction robotics in the assembly process of wood frames”, *Automation in Construction*, vol. 137, p. 104194, May 2022, doi: 10.1016/j.autcon.2022.104194.

9 X. Wang, D. Veeramani, F. Dai, and Z. Zhu, “Context-aware hand gesture interaction for human–robot collaboration in construction”, *Computer aided Civil Eng.*, vol. 39, no. 22, pp. 3489–3504, Nov. 2024, doi: 10.1111/mice.13202.

10 X. Wang, H. Yu, W. McGee, C. C. Menassa, and V. R. Kamat, “Enabling Building Information Model-driven human-robot collaborative construction workflows with closed-loop digital twins”, *Computers in Industry*, vol. 161, p. 104112, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.compind.2024.104112.

11 X. Wang, C.-J. Liang, C. C. Menassa, and V. R. Kamat, “Interactive and Immersive Process-Level Digital Twin for Collaborative Human–Robot Construction Work”, *J. Comput. Civ. Eng.*, vol. 35, no. 6, p. 04021023, Nov. 2021, doi: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000988.

12 J.I. Vasquez-Gomez, L. E. Sucar, and R. Murrieta-Cid, “View planning for 3D object reconstruction with a mobile manipulator robot”, in *2014 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, Chicago, IL, USA: IEEE, Sept. 2014, pp. 4227–4233. doi: 10.1109/IROS.2014.6943158.

13 J. Sustarevas, K. X. Benjamin Tan, D. Gerber, R. Stuart-Smith, and V. M. Pawar, “YouWasps: Towards Autonomous Multi-Robot Mobile Deposition for Construction”, in *2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, Macau, China: IEEE, Nov. 2019, pp. 2320–2327. doi: 10.1109/IROS40897.2019.8967766.

14 X. Sun and L. Zheng, “Dissecting Person Re-Identification From the Viewpoint of Viewpoint”, in *2019 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Long Beach, CA, USA: IEEE, June 2019, pp. 608–617. doi: 10.1109/CVPR.2019.00070.

15 N. Robinson, B. Tidd, D. Campbell, D. Kulić, and P. Corke, “Robotic Vision for Human-Robot Interaction and Collaboration: A Survey and Systematic Review”, *J. Hum.-Robot Interact.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–66, Mar. 2023, doi: 10.1145/3570731.

16 J.P. Queralta et al., “Collaborative Multi-Robot Search and Rescue: Planning, Coordination, Perception, and Active Vision”, *IEEE Access*, vol. 8, pp. 191617–191643, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3030190.

ҒТАМР 67.11.03

АЗ ҚАБАТТЫ ҒИМАРАТТАРДЫҢ СЫРТҚЫ ҚАБЫРҒАЛАРЫ МЕН ЖЫЛУ ОҚШАУЛАҒЫШ МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ ЖЫЛУ ТИІМДІЛІГІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

Е. Асыллова

Магистр, Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы қ.

Бұл мақалада Қазақстанның суық климаттық аймақтарында салынатын аз қабатты азаматтық ғимараттардың сыртқы қабырғаларының жылулық тиімділігін арттыру мәселесі қарастырылады. Зерттеу барысында құрылыс саласында кең таралған үш қабырға түрі таңдалып, олардың жылу техникалық көрсеткіштері салыстырмалы бағаланды. Есептеулер ҚР ЕЖ 2.04-107-2022 «Ғимараттардың жылу қорғанысы» талаптарына сәйкес орындалды. Зерттеу нәтижелері аз қабатты ғимараттардың энергия тиімді құрылымдық шешімдерін таңдауда практикалық тұрғыдан қолдануға ұсынылады.

Түйін сөздер: аз қабатты ғимараттар, жылу оқшаулау, сыртқы қабырға, пенополиуретан, минералды вата, газобетон, жылу тиімділік.

Құрылыс саласындағы энергияны үнемдеу мәселесінің өзектілігі, жылу шығындарын азайту және қоршаған ортаға теріс әсерді азайту қажеттілігіне байланысты туындайды. Қазақстан Республикасында тұрғын үй қорының едәуір бөлігін энергия сыйымдылығы жоғары аз қабатты үйлер құрайды, бұл олардың терможаңғырту мәселесін ерекше маңызды етеді. Энергия сыйымдылығын төмендету мақсатына қол жеткізу үшін 2012 жылы елімізде «Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру туралы» Қазақстан Республикасының Заңы қабылданды [1].

Аз қабатты азаматтық ғимараттардың жылу тиімділігін арттырудың басты мақсаты, энергия тұтынуды азайту және өмір сүру жайлылығын арттыру болып табылады. Елімізде аз қабатты тұрғын үйлердің басым бөлігі өнеркәсіптік тұрғын үй құрылысы кезеңдерінде (1958-1990) салынды, бұл кезеңдерде энергия тиімділігіне емес, құрылыстың жылдамдығы мен құнына назар аударылды [2]. Нәтижесінде көптеген ғимараттарда:

- тиімсіз конструктивті шешімдеріне;
- құрылыс материалдарының төмен сапасына;

– заманауи оқшаулағыштар мен герметикалық терезе жүйелерінің болмауына және т.б. байланысты жылу шығыны көрсеткіштері жоғары болып табылады.

Ғимараттың жылу тиімділігі оның сыртқы қоршау құрылымдары – қабырғалар, төбелер, жабындар, терезелер және есіктер арқылы жылу жоғалуына қарсы тұру қабілетін сипаттайды. Зерттеулер көрсеткендей, жылу шығындарының 18%-на дейін бөлігі сыртқы қабырғалар арқылы өтеді. Бұл олардың ауданымен және сыртқы ортамен тікелей байланысымен түсіндіріледі. Демек, қабырғаларды салу кезінде қолданылатын конструктивті шешімдер ғимараттың энергияны үнемдеуіндегі жалпы деңгейіне шешуші әсер етеді [3].

Қоршау конструкцияларының жылу қорғау қасиеттерінің негізгі критерийі – жылу беру (термиялық) кедергісі R , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ болып табылады. Бұл көрсеткіш материалдың немесе конструкцияның жылу ағынының іштен сыртқа берілуіне қарсы тұру қабілетін сипаттайды. ҚР ЕЖ 2.04-107-2022 Е – қосымшасына сәйкес, көп қабатты қоршау конструкциясының біртекті қабатының, сондай-ақ бір қабатты қоршау конструкциясының термиялық кедергісі R , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ мына формула бойынша анықталуы керек:

$$R = \delta / \lambda$$

мұндағы δ – қабаттың қалыңдығы, м; λ – қабат материалының жылу өткізгіштігінің есептік коэффициенті, $\text{Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$. [4].

Жүйелі орналастырылған бірнеше біртекті қабаттары бар қоршау конструкциясының термиялық кедергісі R_0 , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$, жеке қабаттардың термиялық кедергісінің жиынтығы ретінде анықталуы керек:

$$R_0 = R_{si} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_{se}$$

мұндағы R_{si} – қоршау конструкцияларының ішкі бетінің жылу беру коэффициенті, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; R_{se} – суық кезең жағдайлары үшін қоршау конструкциясының сыртқы бетінің жылу беру коэффициенті, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; n – сыртқы ауаға қатысты қоршау конструкцияларының сыртқы бетінің жағдайына байланысты қабылданатын коэффициент.

Жылу беру кедергісінің нормативтік (талап етілетін) мәнін белгілеу үшін ҚР ҚН 2.04-07-2022 6-бөлімінде келтірілген тәуелділік қолданылады:

$$R_0^{\text{TP}} = a \cdot \text{ЖКГТ} + b$$

Мұндағы R_0^{TP} қажетті жылу беру кедергісі $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$;

ЖКГТ – құрылыс ауданының градус-тәулігі, $^\circ\text{C} \times \text{тәулік}$;

a , b – мәндері ғимараттардың тиісті топтары үшін ҚР ҚН 2.04-07-2022, қоршау конструкцияларының жылу беруіне талап етілетін кедергінің базалық мәні көрсетілген 4-

кестенің деректері бойынша қабылдануы тиіс коэффициенттер. Тұрғын және қоғамдық ғимараттар үшін келесі коэффициенттер қабылданады: $a = 0,00035$; $b = 1,4$.

Ғимараттардың энергия тиімділігін арттыру жылу оқшаулағыш материалдар өнеркәсібінің дамуымен тікелей байланысты. Қоршау конструкцияларының нормативті жылу өткізгіштігін қамтамасыз ету қабілеті және құрылыс элементтерінің ұзақ қызмет ету мерзімділігі оқшаулағыш материалдардың сапасы мен қасиеттеріне байланысты.

Статистикалық және маркетингтік деректерді талдау негізінде Қазақстандағы жылу оқшаулағыш материалдар нарығының үлесін келесіндей бөлуге болады:

Материалдың түрі	Шамамен нарық үлесі, %	Негізгі қолдану аясы
Минералды мақта (<i>тас мақта, шыны мақта</i>)	40–45	Қасбеттерді, жабындарды, жақтау қабырғаларын оқшаулау
Пенополистирол (<i>ПСБ, XPS</i>)	30-35	Сыртқы қабырғалар, жөртөлелер, едендер, шатырлар
Пенополиуретан	10-12	Құбырлар, қасбеттер, жабындар
PIR плиталары	5-7	Энергияны үнемдейтін қасбеттер, шатыр панельдері
Басқалары (<i>аэрогельдер, сұйық жабындар және т. б.</i>)	3-5	Арнайы конструкциялар, қайта құру

Зерттеу нәтижесі бойынша:

1. «Темірбетон + пенополиуретан» конструкциясы жылу берудің нормативтік кедергісін қамтамасыз етеді және жылу техникалық сипаттамаларының тұрақтылығымен ерекшеленеді;

2. «Кірпіш + минералды мақта» конструкциясы да нормаларға сәйкес келеді және жоғары термиялық және өрт сенімділігін көрсетеді;

3. «Газдалған бетон + минералды мақта» конструкциясы нормативтік мәндерге жақындайды, бірақ толық сәйкестікті қамтамасыз етпейді, бұл газ бетонының денесіндегі кеуектілікпен және ылғал жинаумен, сондай-ақ жылу оқшаулағыш қабаттың жеткіліксіз қалыңдығымен байланысты.

Темірбетон жоғары жылу өткізгіштікпен және жылу берілісіне төмен меншікті кедергімен сипатталады. Бұл минималды жылу өткізгіштігі, ылғалға төзімділігі және бетіне жақсы адгезиясы бар жылу оқшаулағыш материалды қолдануды қажет етеді. Пенополиуретан (ППУ) жылу өткізгіштіктің төмен коэффициентіне ие және суық көпірлердің пайда болуын болдырмай, негізге тығыз жанасатын жіксіз тұтас жылу оқшаулағыш қабат құрайды. Жабық ұялы құрылымның арқасында пенополиуретан ылғалды сіңірмейді, бұл әсіресе ылғалдануға бейім темірбетон конструкцияларының жылу тиімділігін арттыруда маңызды. Бұдан басқа, пенополиуретан температуралық ауытқуларға төзімді және мұздату және еріту кезінде пайдалану қасиеттерін жоғалтпайды, бұл оны Қазақстанның климаттық жағдайлары үшін оңтайлы материал етеді. Осылайша, темірбетон қабырғасы үшін пенополиуретан материалын таңдау оқшаулаудың

минималды қалыңдығымен және жабынның беріктігімен жоғары жылу қорғанысына қол жеткізу қажеттілігіне байланысты болды.

Кірпіштің жылуды жинақтау қабілеті жақсы және бу өткізгіштігі салыстырмалы түрде жоғары, бұл су буын өткізуге және табиғи ылғал алмасуды қолдауға қабілетті жылытқышты қолдануды талап етеді. Минералды мақта осы талаптарды толығымен қанағаттандырады: ол жоғары бу өткізгіштікке ие, бұл қалауда ылғалдың жиналуын және шық нүктесінің қабырғаға қарай жылжуын болдырмайды. Бұдан басқа, минералды мақта жанбайтын материал (НГ класы) болып табылады, бұл тұрғын үй ғимараттарының қасбеттерін орнату кезінде ерекше маңызды. Ол ұзақ уақыт бойы пайдалану кезінде өрт қауіпсіздігін және жылу техникалық сипаттамалардың тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Осылайша, кірпіш қабырғалар үшін минералды мақтаны таңдау үш фактордың үйлесіміне байланысты: бу өткізгіштік, өрт қауіпсіздігі және қасбет жүйесінің ұзақтығы.

Газдалған төмен жылу өткізгіштігімен ерекшеленеді, алайда қалыңдығы 400 мм болған кезде жылу беруге кедергінің мәні тек нормативтік мәнге ғана жақындайды, алайда конструкция жылуды қорғау талаптарын толық қанағаттандырмайды. Бұл шешімнің артықшылығы жүйенің жоғары бу өткізгіштігі және қабаттар арасындағы тұрақты ылғал алмасуы болып табылады, ол конденсацияны болдырмайды және қабырғаның жылу техникалық қасиеттерін сақтайды.

Осылайша, есептеулер нәтижесі: азаматтық ғимараттар үшін ең тиімді жылытқыштар пенополиуретан және минералды мақта болып табылатынын растады.

Пайдаланылған әдебиеттер

1 «Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру туралы» Қазақстан Республикасының 2012 жылғы 13 қаңтардағы № 541-IV Заңы.

2 Фокин К.Ф., Васильев Б.Р. Энергосбережение в строительстве // Москва: Стройиздат, 2012.

3 Иванова Ю.В., Федорова И.В., Кадокова С.Ю. Методы повышения тепловой защиты стеновых конструкций зданий // Инженерный вестник Дона, №6, 2023.

4 ҚР ЕЖ 2.04-107-2022 Ғимараттардың жылу қорғанысы (Е қосымшасы).

ГРНТИ 73.41.41

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПЕРВИЧНОЙ ВИЗУАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ КАРЬЕРНОЙ ТЕХНИКИ И СНИЖЕНИЕ ПРОСТОЕВ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Б.Б. Танирберген

*Магистрант, Карагандинский технический университет имени А.Сагынова,
г. Караганда*

Н.Б. Жаркенов

*Руководителя проекта, Карагандинский технический университет имени
А.Сагынова, г. Караганда*

В работе представлена функциональная модель процесса «Drone Pre-Inspection» для первичной визуальной диагностики карьерных автосамосвалов с использованием БПЛА. Модель включает этапы планирования миссии, сбора данных с применением RGB – и тепловизионных камер, автоматической обработки изображений и интеграции результатов в систему технического обслуживания. Показано, что применение БПЛА позволяет значительно сократить время диагностики, повысить качество выявления дефектов и уменьшить неплановые простои техники. Полученные результаты подтверждают эффективность внедрения дрон-инспекций в горнодобывающей промышленности.

Ключевые слова: БПЛА; дрон-диагностика; карьерные автосамосвалы; визуальная диагностика; техническое обслуживание; компьютерное зрение; тепловизионная съёмка; функциональное моделирование; диагностические задержки; неплановые простои; горнодобывающая промышленность.

Горнодобывающая промышленность относится к числу отраслей с высокой капиталоемкостью, интенсивностью использования техники и повышенными требованиями к непрерывности производственного цикла. Современные исследования показывают, что значительная доля отказов карьерной техники – от повреждений шин до перегрева агрегатов и утечек рабочих жидкостей – может быть выявлена на ранних стадиях при условии своевременной и качественной визуальной диагностики. Однако традиционные методы осмотра обладают рядом существенных ограничений: они требуют

непосредственного присутствия персонала вблизи тяжёлой техники, зависят от человеческого фактора, ограничены погодными условиями и не всегда позволяют детально обследовать труднодоступные участки. В условиях круглосуточной работы карьеров это приводит к задержкам в выявлении дефектов, ошибкам в оценке состояния узлов и увеличению вероятности внезапных отказов, что, в свою очередь, влечёт значительные простои и финансовые потери.

Дроны, оснащённые RGB-камерами высокого разрешения и тепловизорами, способны за считанные минуты выполнить детальный обход автосамосвала, выявить признаки дефектов, получить видеоматериалы из труднодоступных зон, сформировать цифровой архив состояния узлов и, при интеграции с алгоритмами компьютерного зрения, выполнять автоматический анализ полученных данных. Однако, несмотря на технологический прогресс, вопрос практического применения БПЛА именно для диагностики карьерных автосамосвалов остаётся недостаточно изученным. Научная литература содержит ограниченное количество работ, посвящённых оценке влияния дрон-осмотров на структуру простоев, показатели надёжности, коэффициент технической готовности и экономическую эффективность эксплуатации техники. Не разработаны полноценные функциональные модели интеграции БПЛА в систему технического обслуживания, отсутствуют сравнения с традиционными методами визуального контроля и математические оценки потенциального экономического эффекта.

Основными целями являются:

1. Обоснование применения беспилотных летательных аппаратов для первичной визуальной диагностики карьерных автосамосвалов;
2. Разработка функциональной модели процесса «Drone Pre-Inspection», описывающей последовательность операций, информационные потоки и ключевые технические этапы применения БПЛА для первичной визуальной диагностики карьерных автосамосвалов. Проведение сравнительного анализа традиционных и беспилотных методов визуального осмотра;
3. Оценка влияния дрон-инспекций на техническую готовность карьерной техники;
4. выполнение технико-экономической оценки эффективности внедрения беспилотной диагностики на горнодобывающих предприятиях.

Современные работы по надёжности горной техники фокусируются на статистическом анализе отказов и моделировании структуры простоев. В статье M.J. Rahimdel предложен байесовский подход к анализу надёжности парка карьерных автосамосвалов: строится диаграмма надёжности, дерево отказов и динамическая байесовская сеть, что позволяет учитывать логические связи между узлами и оценивать вероятность отказа на уровне системы [1].

Такой подход даёт возможность выявлять критические элементы, влияющие на общую надёжность и интервалы между отказами.

Продолжая эту линию, A.R.Z. Hossein и соавторы анализируют человеческий фактор в обслуживании и ремонте карьерных самосвалов, также

опираясь на байесовские сети для оценки вероятности ошибок персонала в условиях неопределённости [2].

Показано, что ошибки обслуживающего персонала существенно влияют на частоту отказов и продолжительность простоев, что подчеркивает необходимость инструментов, снижающих зависимость диагностики от человеческого фактора.

Отдельный блок исследований связан с анализом ремонтпригодности и структуры простоев. В работе M. Dashtaki и соавторов предложен новый метод анализа ремонтпригодности и простоев горных машин на примере флота карьерных экскаваторов (gore shovels) в открытом карьере. Авторы показывают, что 80 % ремонтов выполняется в пределах одной смены (< 7 ч), а 100 % – менее чем за 45 ч, и детально разбирают композицию простоев. [3]. Эти результаты демонстрируют важность структурного анализа времени от отказа до восстановления (ремонт, диагностика, организационные задержки), но не затрагивают использование новых средств визуальной диагностики.

Работы, посвящённые эффективности оборудования и стратегии обслуживания, развивают тему на уровне производственных систем. Соавторы Gutiérrez-Diez предложили методику оценки эффективности горного оборудования, связывая показатели простоя с управлением процессом, графиком работы и программой обслуживания на основе многолетних данных [4]. В других исследованиях по предиктивному обслуживанию подчёркивается, что для критического оборудования (в том числе самосвалов и погрузочных машин) традиционные планово-предупредительные стратегии недостаточны, а внедрение алгоритмов предиктивного мониторинга позволяет уменьшить неплановые простои и затраты на ремонт [5]. Различия во времени проведения визуальной диагностики при использовании ручного метода и технологии БПЛА демонстрируют существенное сокращение продолжительности осмотра (см. рис.1).

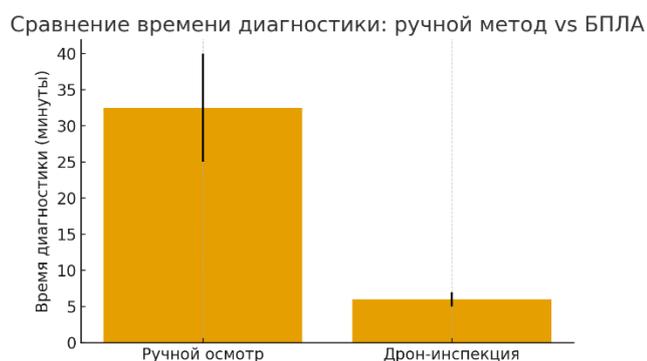


Рисунок 1.

Структура неплановых простоев автосамосвала позволяет количественно выделить долю диагностических задержек (см. рис. 2).

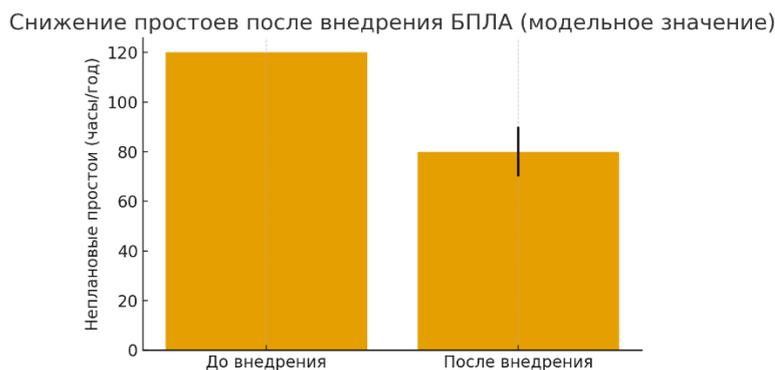


Рисунок 2.

Дрон-инспекции обеспечивают более высокий охват труднодоступных зон, снижают влияние человеческого фактора и сокращают диагностические задержки, что повышает эффективность технического обслуживания (см. таб.1).

Таблица 1. Сравнение ручной и дрон-диагностики карьерной техники.

Параметр	Ручная диагностика	Дрон-диагностика (БПЛА)	Экономия / улучшение
Время диагностики	25–40 мин	5–7 мин	≈ 80–85 % быстрее
Охват труднодоступных зон	Ограниченный; требуется подъём, лестницы, остановка машины	Полный обзор сверху, сбоку, под рамой; доступ к труднодоступным зонам без остановки	Повышение охвата на 60–70 %
Человеческий фактор	Высокий: усталость, пропуск дефектов	Низкий: алгоритмы CV фиксируют мелкие повреждения	Снижение ошибки на 30–50 %
Безопасность персонала	Средняя: необходимо находиться рядом с тяжёлой техникой	Высокая: персонал находится за пределами опасной зоны	Рост безопасности на 90–100 %
Стоимость диагностики	Стоимость рабочего времени + простои	Разовый запуск БПЛА + автоматизация	Экономия 20–40 %

Экономический эффект от внедрения беспилотной визуальной диагностики определяется снижением неплановых простоев карьерных автосамосвалов и, соответственно, уменьшением затрат, связанных с потерей производственного времени. В расчётах используется базовое значение простоев 120 ч/год и их снижение до 70–90 ч/год при регулярных дрон-инспекциях [6]. Стоимость одного часа простоя крупногабаритных самосвалов САТ оценивается в диапазоне 2500–5500 USD, что позволяет получить годовую экономию от 100 тыс. до 220 тыс USD на одну машину при сокращении простоев на 40 часов [7]. Модельные значения подтверждают, что даже умеренное уменьшение

диагностических задержек обеспечивает существенное снижение финансовых потерь. При масштабировании на парк техники экономия возрастает пропорционально, что подчёркивает высокую экономическую значимость внедрения беспилотных технологий в систему технического обслуживания.

Функциональное моделирование процесса «Drone Pre-Inspection».

Функциональная модель отражает последовательность действий и информационные потоки при использовании БПЛА для первичной визуальной диагностики карьерной техники.

Этап 1. Планирование миссии БПЛА.

Временные окна полётов согласуются с производственным графиком (между рейсами, на стоянках).

В миссию включаются зоны осмотра самосвалов: шины, подвеска, днище, кузов, рама, гидролинии, топливные магистрали.

Этап 2. Сбор данных.

БПЛА выполняет облёт по заранее заданной траектории с использованием:

- RGB-камеры высокого разрешения;
- тепловизионной камеры (для выявления перегрева подшипников, тормозов, электродвигателей);
- (опционально) глубинных камер/лидара.
- Данные по каждому самосвалу маркируются идентификаторами техники и временными метками.

Этап 3. Первичная обработка (на борту или на сервере).

- Алгоритмы компьютерного зрения автоматически выявляют:
- трещины и деформации рамы/кузова;
- аномалии в износе шин;
- подтёки масла, топлива, охлаждающей жидкости;
- локальные перегревы (по тепловизионным данным).
- ResearchGate+1
- Результаты классифицируются по критичности (критический дефект / требующий наблюдения / без замечаний).

Этап 4. Интеграция с системой ТО.

Обнаруженные дефекты автоматически формируют заявки в системе управления ТО (CMMS/ERP), аналогично подходам PreventiveHQ и HVI, где фото– и видео-документация привязана к конкретным работам [8].

PreventiveHQ+1 для критических дефектов система инициирует немедленную остановку самосвала и внеплановый ремонт до выхода на линию [9].

Этап 5. Обратная связь и обучение модели.

Фактические данные о ремонте (подтверждён ли дефект, какие работы выполнены, сколько часов простоя) возвращаются в модель.

Обновляются веса и пороги алгоритмов компьютерного зрения и байесовских сетей (self-learning), что постепенно повышает точность диагностики и снижает долю ложных срабатываний.

Полученные результаты подтверждают, что дрон-инспекции существенно сокращают диагностические задержки и неплановые простои, что согласуется с тенденциями, отмеченными в исследованиях по повышению ремонтпригодности горной техники. Однако моделирование основано на усреднённых данных, а влияние условий конкретного карьера и типа оборудования требует дальнейших эмпирических исследований.

Проведённое исследование подтвердило, что использование БПЛА для первичной визуальной диагностики карьерных автосамосвалов существенно повышает эффективность технического обслуживания и снижает неплановые простои. Разработанная функциональная модель процесса «Drone Pre-Inspection» демонстрирует значительные преимущества по времени, качеству и безопасности диагностики. Однако влияние специфических условий карьеров, особенностей моделей техники и точность алгоритмов компьютерного зрения требуют дальнейших эмпирических исследований. Дальнейшая работа должна быть направлена на расширение базы данных, тестирование моделей на разных площадках и улучшение систем самообучения.

Литература

1 Рахимдел М.Дж. Байесовский сетевой подход к анализу надёжности карьерных самосвалов. *Sci Rep* 14, 3415 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52694-0>.

2 Закер Хоссейн А.Р., Саяди А.Р., Рахимдел М.Дж., Моради М.Р. Анализ надёжности персонала при техническом обслуживании и ремонте карьерных самосвалов: подход на основе байесовских сетей // *Heliyon*. – Elsevier, 15.08.2024.

3 Резаи Даштаки М., Джандаги Джафари А., Хосейни С. Х. Разработка нового метода анализа ремонтпригодности и простоев горнодобывающей техники // *Scientific Reports*. – 2025. – Т. 15.

4 Гутьеррес-Диес Х.К. Анализ устойчивости карьерных откосов методом XYZ // *Journal of Mining Science*. – 2023. – Т. 59. – № 4. – С. 112–124.

5 Чамби Н., Шанга С., Ортис Х., Санга А., Санга П., Манрике Р., Лу-Чан-Сай Х. Профилактическое обслуживание подземного горнодобывающего оборудования с использованием искусственного интеллекта // *Eng.* – 2025. – Т. 6, № 10.

6 Краткое руководство по времени безотказной работы майнинга. https://heavyvehicleinspection.com/fleet-management/uptime/mining-uptime-executive-brief?utm_source.

7 Устранение проблем с простоем грузовых автомобилей: руководство по удаленному обслуживанию в 2025 году. https://www.mchpartsny.com/post/fixing-haul-truck-downtime-issues-remote-parts-strategy-guide-2025?utm_source.

8 PreventiveHQ: Professional preventive maintenance management software for every industry. Available at: <https://preventivehq.com/>.

9 HVI (Heavy Vehicle Inspection & Maintenance): Cloud-based inspection, maintenance and fleet management platform. Available at: <https://heavyvehicleinspection.com>.

SRSTI 67.13.31

REAL TIME DIGITAL EVALUATION OF CONCRETE SLUMP FLOW USING VISUALIZATION AND SMART SENSORS

Abdul Majeed Dehnawi

Master's Student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

Sh.Zh. Zharassov

PhD, Senior Lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

Concrete workability plays a crucial role in ensuring the strength, durability, and quality of construction projects. Traditional slump testing methods, though simple and widely adopted, often suffer from human error, limited reproducibility, and an inability to capture the real-time dynamic behavior of concrete mixtures. Recent advances in sensing, imaging, and visualization technologies have transformed the way engineers assess fresh concrete. By integrating smart sensors and digital imaging, it is now possible to monitor slump flow behavior automatically and in real time, enabling data-driven quality control and process optimization. This article explores the evolution of visualization techniques and sensor-based systems for assessing concrete workability. It examines the theoretical background of concrete flow behavior, highlights the limitations of conventional testing, and discusses how digital technologies can improve precision and reliability. The paper concludes that the integration of sensing and visualization systems offers a path toward smart, sustainable, and high-quality construction practices.

Key words: concrete workability; slump flow; self-compacting concrete; visualization; sensors; digital imaging; real-time monitoring; computer vision; smart construction; data analytics.

Introduction.

Concrete is the backbone of modern infrastructure, valued for its versatility, availability, and cost-effectiveness. However, maintaining consistent workability during mixing and placement remains one of the greatest challenges in construction practice. Workability defines how easily concrete can be mixed, transported, placed, and finished without segregation or loss of homogeneity [1].

The traditional slump test has served as the standard method for measuring workability for decades. While it provides a simple visual indicator, it captures only a static snapshot of flow and is susceptible to human interpretation errors. The

introduction of high-performance concretes such as Self-Compacting Concrete (SCC) has exposed the limitations of manual slump testing, as SCC's behavior is governed by more complex rheological factors (Figure 1).



Figure 1. Traditional slump test.

In this context, modern sensing and visualization technologies have emerged as promising tools to provide objective, repeatable, and real-time assessments of concrete flow. These innovations transform traditional testing into a digital, data-rich process that supports automation and smart construction [2].

Sensor-Based Measurement Systems.

Smart sensor technologies have revolutionized material testing by enabling the capture of multidimensional, high-resolution data in real time, allowing for a much deeper understanding of material behavior during the early stages of concrete production. Unlike traditional testing methods that rely on surface observations or periodic sampling, sensor-based systems continuously monitor the internal conditions of fresh concrete throughout mixing, transportation, and placement. These sensors can measure parameters such as temperature, vibration, humidity, and ultrasonic wave propagation, providing detailed insights into the concrete's internal dynamics, setting characteristics, and hydration processes [3].

Temperature sensors, for example, help track the heat of hydration and identify potential risks of thermal cracking, while ultrasonic sensors detect stiffness evolution and strength gain by measuring wave velocity changes as the concrete transitions from a fluid to a solid state. Vibration and acceleration sensors can also assess flowability and compaction efficiency, offering a non-destructive means to evaluate workability on site.

Modern sensor systems are now often integrated with wireless networks and data loggers, enabling remote data acquisition and real-time visualization through digital dashboards or mobile devices. Such integration supports continuous quality monitoring, reduces human error, and provides immediate feedback for process optimization. Furthermore, the advent of Internet of Things (IoT) technologies has expanded the capabilities of these systems, allowing multiple sensors to work collaboratively across different construction sites (Figure 2) [4].

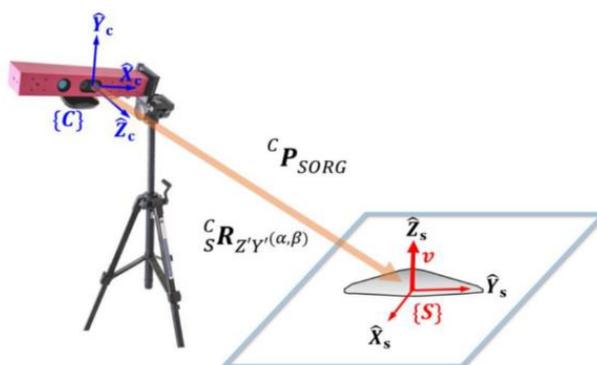


Figure 2. Concept of kinect camera frame {C} and slump frame {S}. v is the unit vector on the Z-axis of slump frame {S}[5].

Ultrasonic monitoring systems detect stiffness evolution by measuring wave velocity through the material, providing valuable insight into the setting and hardening processes of fresh concrete. These systems can identify subtle variations in internal structure long before visible changes occur, making them ideal for continuous quality monitoring [6].

Vibration-based sensors, on the other hand, can relate the dynamic response of concrete to its flow and compaction properties, helping to evaluate parameters such as viscosity and yield stress with high sensitivity.

Furthermore, wireless sensor clusters and IoT-based devices now enable seamless data transmission to cloud platforms for real-time analysis and visualization. Such integration allows engineers and researchers to remotely monitor multiple tests simultaneously, analyze trends, and make quick adjustments during production. These innovations not only enhance precision but also significantly reduce testing time, human intervention, and labor costs, marking an important step toward fully automated, data-driven concrete manufacturing and intelligent construction systems.

Visualization Techniques and Digital Imaging.

Visualization plays a vital role in understanding concrete's dynamic flow characteristics and offers an essential bridge between experimental observation and digital analysis. High-resolution cameras and computer vision algorithms can accurately track and quantify the spread behavior of concrete during the slump flow test, allowing for objective assessment of its rheological properties. From the captured images, parameters such as spread diameter, flow rate, circularity, and flow symmetry can be extracted with remarkable precision. These parameters provide valuable data to evaluate flow uniformity, segregation resistance, and the overall workability of the mix—factors that directly influence the strength and durability of hardened concrete.

Visualization techniques originally developed in other scientific disciplines—such as biomedical imaging, fluid dynamics, and marine visualization—have been successfully adapted to the study of construction materials. For instance, another researcher demonstrated that imaging of elastic wave propagation in concrete enables detailed examination of internal structures, defects, and dynamic responses under loading. This interdisciplinary adaptation underscores the versatility and diagnostic power of visualization methods in civil engineering research .

When combined with artificial intelligence and advanced image-processing algorithms, visualization can automatically classify flow patterns, detect anomalies in mix uniformity, and predict potential segregation or bleeding. Machine learning models trained on image datasets can correlate visual flow parameters with key mixture properties, such as water-to-cement ratio and admixture content, enabling automated optimization of mix design. Such AI-enhanced visualization systems support real-time decision-making and ensure consistent workability across batches, paving the way toward intelligent, adaptive, and sustainable concrete production [2], [3].

Integration of Sensors and Digital Information Systems.

Integrating sensors with digital visualization systems provides a comprehensive framework for evaluating and controlling concrete quality. Modern digital systems combine sensor data, imaging, and computational analytics to deliver real-time insights on slump flow and mix performance.

Artificial intelligence algorithms can analyze visual and sensor data simultaneously, identifying trends and optimizing water-cement ratios. Integration with Building Information Modeling (BIM) and cloud platforms further enhances this process by linking laboratory measurements to field operations (Figure 3).

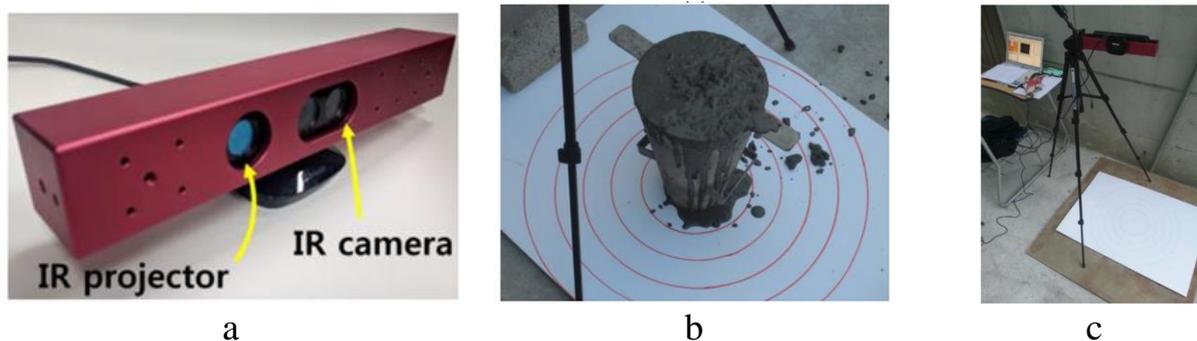


Figure 3 . Experimental setup: (a) Kinect with camera mounting frame; (b) Slump cone in an inverted position; (c) Kinect and laptop computer running the 4D slump test program.

Such integration supports a closed-loop control system in which feedback from real-time monitoring is used to continuously adjust production parameters—paving the way for smart, adaptive concrete manufacturing.

Applications and Future Perspectives.

The use of visualization and sensor-based testing systems opens new frontiers for innovation in the construction industry. Key applications include:

- Automated slump detection and flow analysis through computer vision.
- 3D visualization for identifying flow uniformity and segregation zones.
- Wireless sensor networks for real-time field quality control.
- Predictive modeling for optimizing admixture design and material performance.

These digital advancements align closely with sustainability goals by reducing waste, conserving materials, and enhancing long-term durability (Reddy & Jagadish, 2014). Future research should focus on developing standardized calibration protocols,

enhancing the portability of digital equipment, and expanding interoperability between different sensor platforms

Conclusion.

Visualization and sensor-based systems represent a major step forward in the modernization of concrete technology, marking the transition from traditional empirical testing toward intelligent, data-driven quality control. By integrating imaging, sensing, and data analytics, engineers can achieve objective, repeatable, and real-time assessments of concrete workability throughout the entire production and placement process. These technologies allow for continuous monitoring of parameters such as flow rate, viscosity, and homogeneity, which are critical for ensuring optimal performance and durability of concrete structures.

The combination of digital imaging and smart sensors minimizes the impact of human error and subjectivity that often accompany manual testing methods. Automated data collection and analysis not only increase accuracy and reliability but also enable rapid adjustments during mixing or placement, ensuring consistent quality across different batches and environmental conditions. Moreover, the integration of visualization systems with Internet of Things (IoT) networks and cloud-based data management enables remote supervision, predictive maintenance, and the establishment of comprehensive construction quality databases.

As digital technologies continue to evolve, their application in concrete testing and production will further enhance the efficiency, transparency, and sustainability of construction practices. Future systems may incorporate artificial intelligence and machine learning algorithms capable of predicting material performance, optimizing mix designs in real time, and reducing waste through precise resource allocation. Ultimately, the convergence of visualization, sensing, and analytics will redefine modern construction as a smart, adaptive, and sustainable industry focused on long-term performance and resilience.

References

1 E.P. Koehler and D.W. Fowler, “Summary of Concrete Workability Test Methods”, Aug. 2003, Accessed: Oct. 30, 2025. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/2152/35335>.

2 P. Catti, N. Nikolakis, M. Ntoulmperis, V. Lakkas-Pyknsis, and K. Alexopoulos, “Real-Time Concrete Workability Estimation in Transit via an IoT-Enabled Cyber-Physical System”, *Electronics*, vol. 14, no. 16, p. 3289, Aug. 2025, doi: 10.3390/electronics14163289.

3 S.-K. Choi, N. Tareen, J. Kim, S. Park, and I. Park, “Real-Time Strength Monitoring for Concrete Structures Using EMI Technique Incorporating with Fuzzy Logic”, *Applied Sciences*, vol. 8, no. 1, p. 75, Jan. 2018, doi: 10.3390/app8010075.

4 Y. Zhang, X. Liu, J. Wang, and Y. Gao, “Recognition of the free slump in dry concrete mix: A 3D-digital image correlation test and the spatiotemporal variability”, *Cement and Concrete Composites*, vol. 160, p. 106012, July 2025, doi: 10.1016/j.cemconcomp.2025.106012.

5 J.-H. Kim and M. Park, “Visualization of Concrete Slump Flow Using the Kinect Sensor”, *Sensors*, vol. 18, no. 3, p. 771, Mar. 2018, doi: 10.3390/s18030771.

6 J. Yang and S.-H. Kim, “Factorial effects of mix design variables on the coefficient of thermal expansion of concrete mixtures”, *Road Materials and Pavement Design*, vol. 15, no. 4, pp. 942–952, Oct. 2014, doi: 10.1080/14680629.2014.920272.

ҒТАМР 67.11.59

КӨП ҚАБАТТЫ ҒИМАРАТТАРДЫҢ СЕЙСМИКАЛЫҚ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН АРТТЫРУДАҒЫ АУТРИГЕРЛІК ЖҮЙЕЛЕРДІ МОДЕЛЬДЕУ

А.А. Брянцев

Т.ғ.к., доцент, Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы, Алматы қ.

Ж.Н. Қожа-Ахмет

Магистрант, Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы, Алматы қ.

Биіктіктің артуы дәстүрлі қаңқалық схемаларды тиімсіз етеді, сондықтан аутригерлер (көлденең қатаңдық белдеулері) ұсынылады. Бұл жүйелер орталық қатаңдық өзегін сыртқы бағандармен байланыстырып, көлденең ығысуларды азайтады және күштерді тиімді қайта бөледі. ЛИРА-САПР бағдарламалық кешенінде 20 қабатты ғимараттың үш схемасы (базалық, темірбетонды және болат аутригерлі) сандық үлгіленді. Салыстырмалы талдау аутригерлік жүйелердің тербеліс жиіліктерін арттырып, ығысуларды азайтатынын көрсетті, бұл олардың ғимараттың қатаңдығына оң әсерін дәлелдейді.

Түйін сөздер: Аутригерлік жүйелер, сейсмикалық тұрақтылық, көп қабатты ғимараттар, сандық үлгілеу, ЛИРА-САПР, көлденең ығысулар, қатаңдық, тербеліс периодтары.

Ғимараттардың қабаттылығының артуы олардың кеңістіктік қатаңдығы мен орнықтылығын қамтамасыз етуде күрделі мәселелер туғызады. Бұл әсіресе сейсмикалық әсерлер [4] және қатты жел жүктемелері сияқты айтарлықтай көлденең жүктемелер кезінде өзекті.

Жобалау кезінде ғимараттың берілген жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз ететін жұмыс сипаттамалары бойынша жобалау (performance-based design) тұжырымдамасы қолданылады. Жобалау нормаларындағы талаптарды орындау үшін дәстүрлі қатаңдық элементтерімен қатар, сейсмикалық энергияны сіңіретін және ішкі күштерді тиімді қайта бөлетін аутригерлік жүйелер қолданылады [3].

Биік және көпқабатты ғимараттарды салу кезінде қатаңдық өзегінен, тіректерден (колонналардан) және жабындардан тұратын конструкциялық сұлба, әдетте, тиімсіз болып қалады, себебі ғимараттың қатаңдығын қамтамасыз ету үшін материал шығынын арттыру қажет болады.

Ең тиімді шешім – бұл көлденең қатандық белдеулерін (немесе оларды аутригерлер деп те атайды) қолдану, мұның арқасында ғимарат каркасының сыртқы тіректері (колонналары) жұмысқа қосылады.

Биік ғимараттар құрылысының дамуына қарай, аутригерлік жүйелер ең танымал жүйелердің біріне айналды. Ол аударылу моментін азайту есебінен бүйірлік ығысуларды бақылауға мүмкіндік береді.

Аутригерлік жүйелер орталық қатандық өзегін ғимараттың шеткі бағандарымен байланыстыратын массивті арқалықтар немесе фермалар түрінде орындалады. Аутригерлер көлденең жүктемелердің әсерінен болатын иілуге қарсы тұрады және күштерді сыртқы бағандарға қайта бөлу арқылы ішкі кернеулерді азайтады, көлденең ығысуларды төмендету үшін қызмет етеді [1].

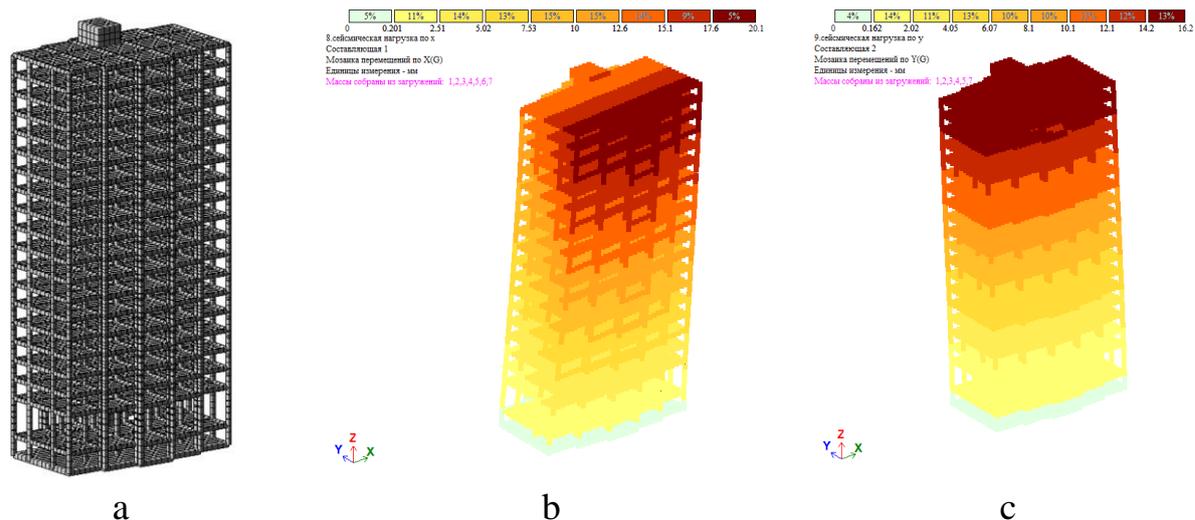
Көп қабатты ғимараттардың сейсмотұрақтылығын зерттеуде сандық үлгілеу негізгі рөл атқарады. Бұл зерттеудегі есептеулер мен талдаулар шектеулі элементтер әдісін іске асыратын ЛИРА-САПР сияқты заманауи бағдарламалық кешендерді қолдану арқылы жүзеге асырылады [2].

Аутригерлік жүйелерді қосудың әсерін зерттеу ғимараттың динамикалық сипаттамаларына негізделеді, атап айтқанда, тербеліс жиіліктері мен периодтарына мән беріледі. Тиімді конструктивті шешімдер бастапқы модельмен салыстырғанда жоғары жиіліктермен және қысқа тербеліс периодтарымен сипатталады, ал жиіліктің артуы ғимараттың қатандығын көрсетеді. Сонымен қатар, сейсмикалық әсердің маңызды көрсеткіші болып табылатын көлденең ығысулар зерттеледі, себебі аутригерлік жүйелерді қолдану оларды айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, кернеулі-деформацияланған жағдайды бағалау жүргізіледі, өйткені сандық үлгілеу бағандар мен арқалықтардағы ішкі күштердің аутригерлер арқылы қайта бөлінуін бағалауға мүмкіндік береді.

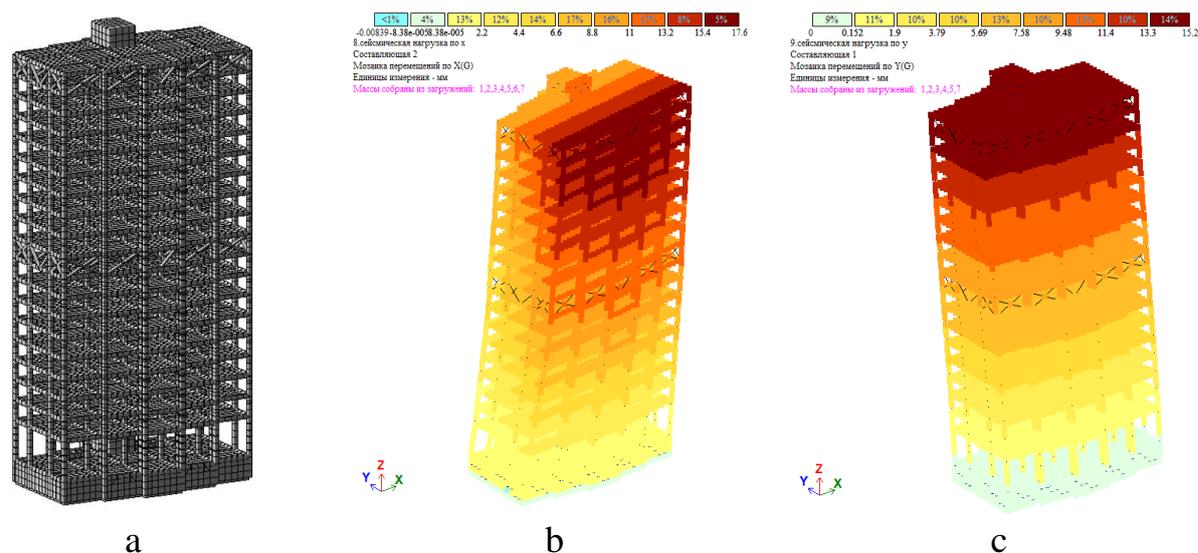
ЛИРА-САПР бағдарламасында көпқабатты темірбетонды қаңқалық ғимараттың үш түрлі конструктивті схемасы қарастырылды:

1. Қатандық элементтері жоқ бастапқы қаңқа.
2. Темірбетонды аутригері бар қаңқа.
3. Болат аутригері бар қаңқа.

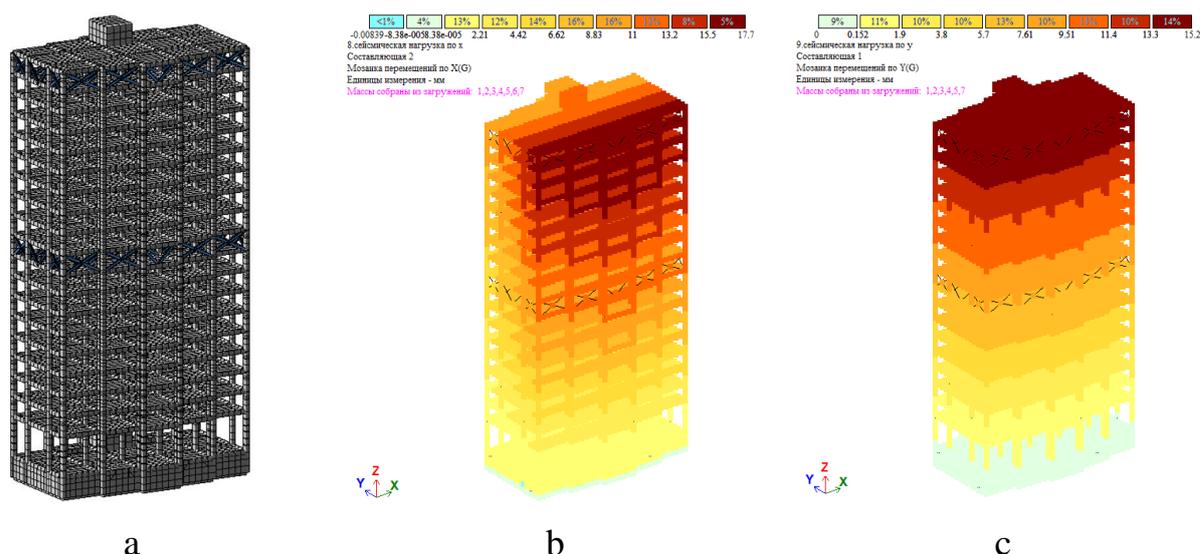
Мақалада ЛИРА-САПР бағдарламалық кешенінде 20 қабатты ғимаратқа талдау жүргізілді. Аутригерлік жүйелер оныншы және ең жоғарғы (немесе техникалық) қабаттарда орналастырылды.



Сурет 1. Сейсмикалық қорғау жүйелері жоқ базалық модель:
a – кеңістіктік моделі, *b* – *X* осі бойынша орын ауыстыру мозаикасы: максималды мәні (20,1 м), *c* – *Y* осі бойынша орын ауыстыру мозаикасы: максималды мәні (16,2 м).



Сурет 2. Темірбетон аутригері бар ғимарат:
a – кеңістіктік моделі, *b* – *X* осі бойынша орын ауыстыру мозаикасы: максималды мәні (17,6 м), *c* – *Y* осі бойынша орын ауыстыру мозаикасы: максималды мәні (15,2 м).



Сурет 3. Болат аутригері бар ғимарат:

a – кеңістіктік моделі, *b* – *X* осі бойынша орын ауыстыру мозаикасы: максималды мәні (17,7 м), *c* – *Y* осі бойынша орын ауыстыру мозаикасы: максималды мәні (15,2 м).

Қарастырылған схемалардың салыстырмалы талдауы көрсеткендей, қатандық элементтері бар схемалар бастапқы қаңқамен салыстырғанда көлденең ығысуларды және тербеліс периодтарын азайтты. Аутригерлік жүйе көлденең ығысуды азайтып, жоғары меншікті тербеліс жиілігін көрсетті. Бұл аутригерлік жүйенің ғимараттың кеңістіктік қатандығына айтарлықтай оң әсер ететінін растайды [2, 3].

Аутригерлі қабаттарды ұтымды орналастыру ғимарат қаңқасының табиғи тербелістерінің жиілік спектрін жақсартуға және тірек конструкцияларындағы сейсмикалық жүктемелерден туындаған күштерді азайтуға әкеледі.

Кесте 1. *x*, *y* осьтері бойынша ығысуы.

№	Модель	<i>x</i>	<i>y</i>
1	Базалық модель	20,1	16,2
2	Темірбетон аутригерлік жүйесі	17,6	15,2
3	Болат аутригерлік жүйесі	17,7	15,2

Берілген мәліметтерге сүйене отырып, құрылымды сейсмикалық жүктемелерге төзімділігін арттыру үшін әртүрлі әдістерді салыстыруға болады. Кестеде құрылымның әрбір моделі үшін *X* және *Y* осьтері бойынша ығысу көрсеткіштері көрсетілген.

– Базалық модель (күшейткішсіз): Ең үлкен ығысуды көрсетеді ($X=20,1$ мм, $Y=16,2$ мм). Бұл модельдің сейсмикалық тұрғыдан ең осал екенін көрсетеді.

– Темірбетон аутригерлік жүйесі және Болат аутригерлік жүйесі: Ығысу көрсеткіштері бір-біріне жақын (шамамен $X=17,6-17,7$ мм, $Y=15,2$ мм). Аутригерлер базалық модельге қарағанда жақсырақ нәтиже көрсетеді.

Есептеулер ғимараттың сейсмикалық жүйесінің түріне байланысты бірінші және кейінгі тербеліс формаларының өзгеретінін көрсетті. Тербеліс формаларының жиіліктері неғұрлым жоғары болса, жүйе соғұрлым қатаң болады.

– Базалық модель ең төменгі жиіліктерге және ең ұзақ тербеліс кезеңдеріне ие. Бұл үлкен резонанстық эффектілердің ықтималдығын көрсетеді.

– Аутригерлік жүйелер жиіліктерді айтарлықтай арттырды, бұл оның қатаңдығының жоғары екенін дәлелдейді.

Үдеулердің мәндері тікелей тербеліс жиіліктерімен байланысты. Жиілік неғұрлым жоғары болса, ғимараттың жоғарғы қабаттарындағы үдеулер соғұрлым төмен болады, бұл пайдаланушылардың қауіпсіздігі мен жабдықтың сақталуы үшін маңызды.

Ғимараттардағы дәстүрлі қаңқалық схема (қатаңдық өзегі, бағандар және жабындар) биіктік артқан сайын (біздің жағдайымызда 20 қабат) сейсмикалық әсерлер кезінде тиімсіз бола бастайды, өйткені қажетті қатаңдықты жасау үшін материал шығынын арттыру керек. Осыған байланысты, аутригерлерді енгізу сыртқы бағандарды жұмысқа қосу арқылы ғимарат қаңқасының жалпы қатаңдығын күрт арттырады. Бұл көлденең жүктемелердің әсерінен болатын иілуді азайтып, күштерді тиімді түрде қайта бөлуге мүмкіндік береді [1, 3].

Пайдаланылған әдебиеттер

1 Малыгин А.Б. Применение аутригерных этажей в высотном строительстве // Инженерный вестник Дона. – 2022. – №4. – URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2022/7585. – 5-8 б.

2 Agakhanov E., Kravchenko G., Trufanova E., Agakhanov M. Digital modeling of seismic impact on the frame of multi-storey buildings with outrigger systems // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 381, 02012. – DOI: 10.1051/e3sconf/202338102012. – P. 1-6.

3 Кравченко Г. М., Труфанова Е. В., Высоковский Д. А. Влияние аутригерных систем на пространственную жесткость объекта параметрической архитектуры // Modern Trends in Construction, Urban and Territorial Planning 2022. – 2022. – Vol. 1, No. 4. – С. 44–51.

4 Немчинов Ю. И. Сейсмостойкость высотных зданий. Международные достижения и украинский опыт // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2019. – № 3. – 2-5 б.

5 Веселова Е.А., Комшин С.В. Конструктивные системы жилых высотных зданий: монография. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2022. – 141 с.

ҒТАМР 67.01.11

ҚҰРЫЛЫС ЖОБАЛАРЫН БАСҚАРУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ: PRIMAVERA P6 БАҒДАРЛАМАСЫН ҚОЛДАНУ ТӘЖІРИБЕСІ

А.А. Брянцев

Т.ғ.к., доцент, Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы, Алматы қ.

С.М. Дастанбек

Магистрант, Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы, Алматы қ.

Жобаларды басқару құрылыс саласында маңызды мәселелердің бірі болып саналады, себебі жобаны жүзеге асырудағы шығындар, мерзімдер және сапа оның басқару деңгейіне тікелей байланысты. Заманауи бағдарламалардың даму арқасында шығындардың алдын алуға болатынына көз жеткіземіз. Бұл мақалада құрылыс жобаларын басқаруда заманауи бағдарламалардың рөлі мен маңызы қарастырылады. Солардың бірі Primavera P6 бағдарламасының функционалдық мүмкіндіктері талданып, оның күрделі құрылыс жобаларындағы тиімділігі көрсетіледі. Зерттеу Астана қаласындағы әкімшілік және өндірістік ғимаратының құрылысына негізделген. Primavera P6 жүйесінде жобаның құрылымдық иерархиясы (WBS), уақыттық жоспарлау, ресурстық жүктеме және сыни жол (Critical Path) есептелді. Зерттеу нәтижесі Primavera P6 бағдарламасының көпдеңгейлі және ұзақ мерзімді жобаларды басқаруда жоғары тиімді екенін дәлелдейді.

Түйін сөздер: Жобаларды басқару, Primavera P6, тиімді басқару, тиімділік, жоспарлау, ресурстық жүктеме, заманауи бағдарлама.

Қазіргі таңда құрылыс саласы қарқынды дамып, жобаларды күрделілігі артып келеді. Мұндай жағдайда жобаларды тиімді басқару заманауи бағдарламалық жүйелердің қолдануын талап етеді. Уақыт, ресурстар және шығындар арасындағы тепе-теңдікті сақтау, алынған жобаны өз мерзімінде және жоспарланған бюджетте аяқтау үшін қатаң бақылау және автоматтандырылған болуы қажет.

Primavera P6 – әлемдегі ең қуатты жобалық басқару жүйелерінің бірі де бірегейі. Ол көп деңгейлі құрылымдары, ресурстық талдауы және сыни жолды есептеу мүмкіндігі арқылы күрделі және ұзақ мерзімді жобаларға арналған тиімді құрал болып табылады. Қазақстанда бұл бағдарлама ірі құрылыс және өнеркәсіп жобаларында кеңінен қолдану бастау алуда.

Негізгі бөлім.

Primavera P6 бағдарламасының жалпы сипаттамасы.

Primavera P6 – Oracle компаниясының көпфункционалы жоба басқару платформасы. Бағдарлама жүздеген немесе мыңдаған тапсырмалары бар кешенді жобаларды басқаруға мүмкіндік береді. Оның негізгі мүмкіндіктері:

- Жобаның көп деңгейлі құрылымын (WBS) құру;
- Жұмыстар арасындағы логикалық байланыстарды анықтау;
- Жұмыс кестесін күн, апта, ай бойынша жоспарлау;
- Ресурстарды (жұмыс күші, техника, материалдар) бөлу және бақылау;
- Тәуекелді талдау;
- Сыни жолды есептеу (Critical Path Method);
- Жобаның орындалуын нақты уақытта қадағалау.

Осы функционалдық ерекшеліктер Primavera P6 бағдарламасын күрделі құрылыс жобаларын басқаруда таптырмас құрал етеді.

Астана қаласындағы әкімшілік және өндірістік ғимараты жобасының сипаттамасы.

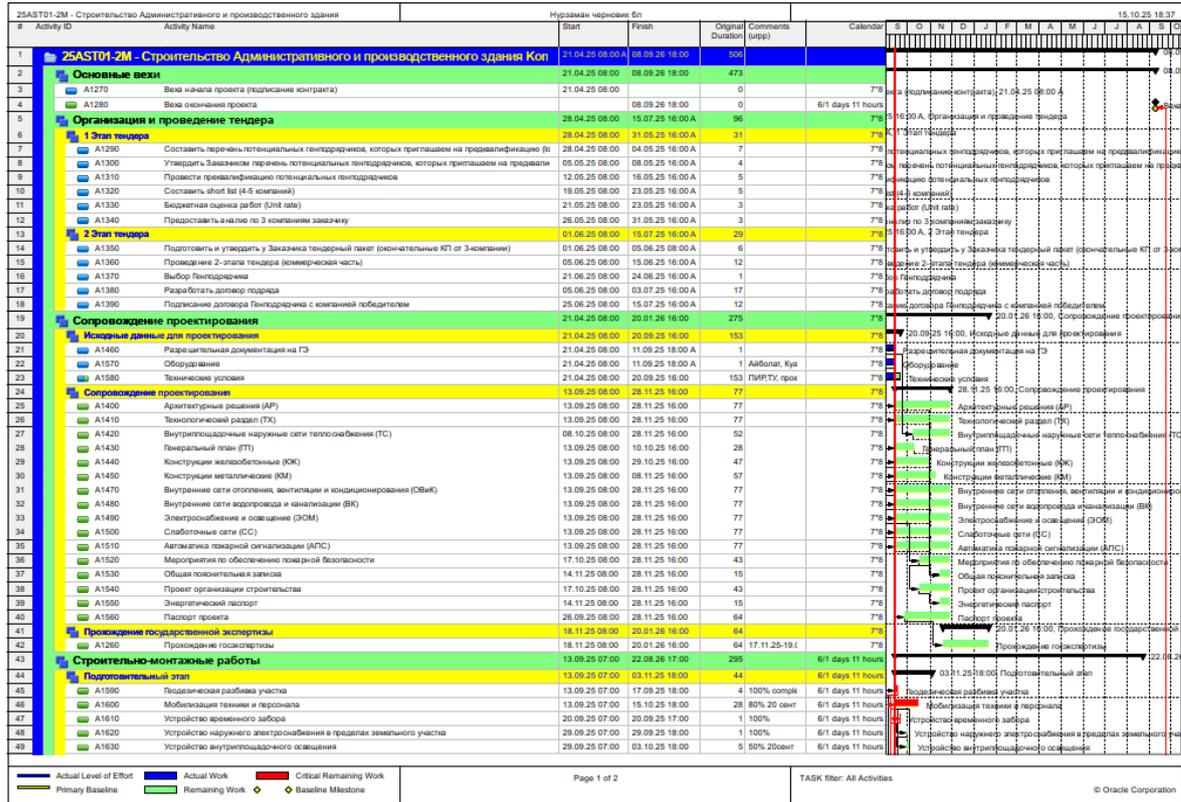
Зерттеуге негіз болған нысан – Астана қаласында орналасқан әкімшілік және өндірістік ғимарат. Жоба келесі ерекшеліктерге ие:

- Жоба басталуы: 21.04.2025ж
- Аяқталуы: 08.09.2026ж
- Жалпы ұзақтығы: 507күн
- Жұмыс көлемі: бірнеше бөлімнен тұратын күрделі құрылыс-монтаж жұмыстары

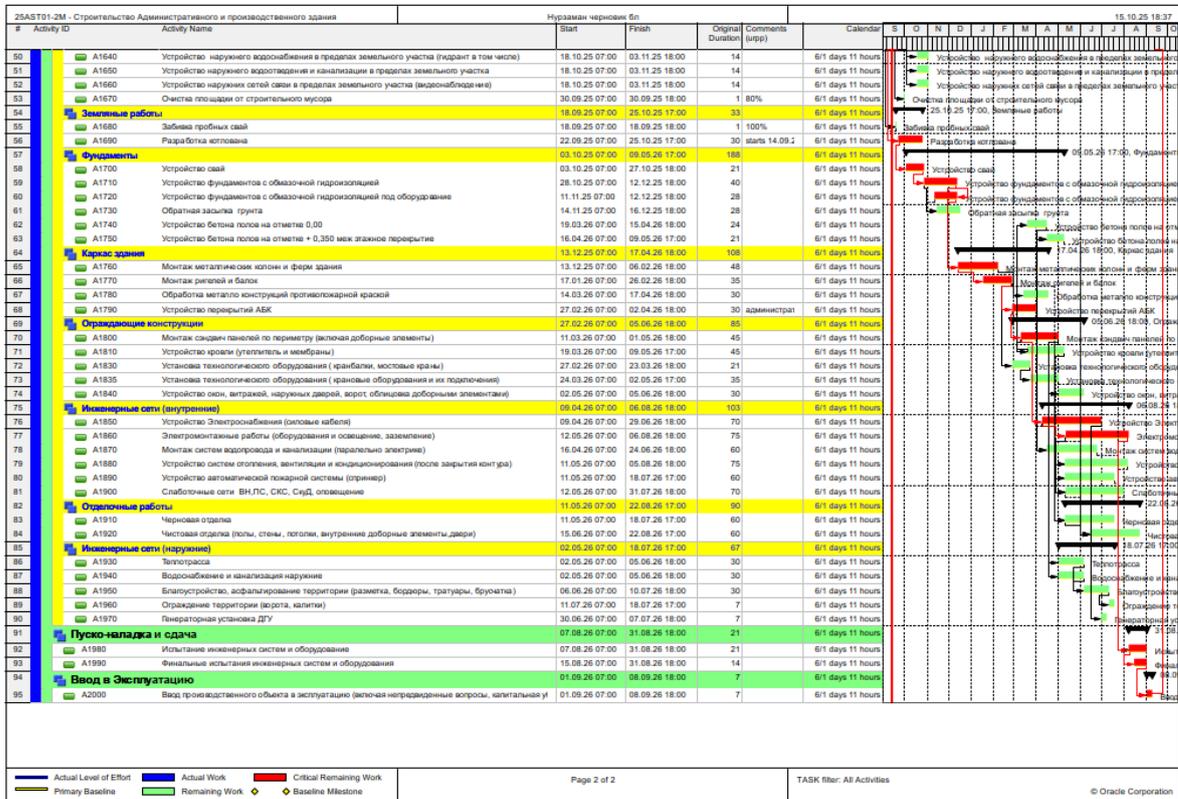
- Жобаның негізгі кезеңдері:
- жер жұмыстары;
- іргетас;
- металл және қаңқа монтажы;
- қабырғалар мен жабын;
- инженерлік жүйелер;
- әрлеу жұмыстары;
- абаттандыру.

Бұл деректер Primavera P6 бағдарламасына енгізіліп, толық жоспарлау жүргізілді.

Priority directions of science and education development



Сурет 1. Әкімшілік және өндірістік жұба бойынша жалпы жоспар.



Сурет 2. Әкімшілік және өндірістік жұба бойынша жалпы жоспар.

Primavera P6 жүйесінде жобаның құрылымдық иерархиясын(WBS) құру. Жоба WBS құрылымы бойынша бірнеше деңгейге бөлінеді. Әрбір деңгей нақты жұмыс блогын білдіреді.

Мұндай иерархиялық құрылым:

- жұмысты жүйелі жоспарлауға;
- жауапты орындаушыларды нақты анықтауға;
- мерзімдерді бақылауды жеңілдетуге;
- есептілікті автоматтандыруға мүмкіндік береді.

KOMATSU жобасында WBS құрылымының деңгейлері төмендегідей болды:

1. Жобаның жалпы деңгейі.
2. Құрылыс кезеңдері.
3. Жұмыс топтары.
4. Жеке тапсырмалар.

Бұл құрылым жобаның басқару тиімділігін арттырды.

Primavera P6 негізінде уақыттық жоспарлау және сыни жолды анықтау.

Жобаның барлық тапсырмалары өзара логикалық байланыспен біріктірілді. Нәтижесінде жобаның сыни жолы нақты анықталды.

Әкімшілік және өндірістік жобасының сыни жолына кіретін басты жұмыстар:

- Жер жұмыстары.
- Іргетас.
- Қаңқа монтажы.
- Инженерлік жүйелер.
- Ішкі әрлеу.
- Объектіні тапсыру алдындағы тексеру.

Сыни жолдың жалпы ұзақтығы – 507 күн.

Primavera P6 жүйесі тәуекелдерді ескеріп, барлық жұмыстардың әсерін автоматты түрде қайта есептеп отырады. Бұл жобаның кешігуіне жол бермеуге мүмкіндік береді.

Ресурстарды басқару және олардың жүктемесін талдау.

Primavera P6 ресурстарды үш топқа бөліп есептеді:

- Жұмыс күші (labor);
- Техника (equipment);
- Материалдар (materials).

Жұмыс кестесіне сүйене отырып, бағдарлама ресурстық жүктемені автоматты түрде есептеп, артық жүктеме байқалған кезеңдерді көрсетті. Бұл менеджерге ресурстарды қайта бөлуге, жұмыс қарқынын үйлестіруге мүмкіндік берді.

Нәтижесінде жобада:

- ресурстардың шамадан тыс жүктемесі болмады;
- жұмысшылар саны әр кезеңге сәйкес оптималды бөлінді;
- уақыт пен шығын тиімділігінде 3–5% үнем байқалды.

Primavera P6 нәтижелерінің тиімділікке әсері.

Зерттеу нәтижесінде Primavera P6 бағдарламасы жоба басқаруда келесі артықшылықтарды көрсетті:

Жоспарлау дәлдігі – 98%.

Бюджеттік тәртіп – 97,8%.

Ресурстарды оңтайлы бөлу – 95%.

Жобаның орындалуын бақылау – нақты уақыт режимінде.

Кешігулерді алдын ала анықтау – автоматты есептеулер арқылы.

Бұл Primavera P6-ның ірі құрылыс жобалары үшін өте тиімді құрал екенін дәлелдейді.

Қорытынды.

Primavera P6 бағдарламасы құрылыс жобаларын басқарудың заманауи талаптарына толық сәйкес келетін, күрделі жобаларды жоспарлау мен бақылауда жоғары тиімділік көрсететін кәсіби жүйе болып табылады. KOMATSU әкімшілік және өндірістік ғимараты мысалында Primavera P6 ұсынатын функционалдық мүмкіндіктердің (WBS, CPM, ресурстық басқару, мониторинг) жобаның уақытында және сапалы орындалуына айтарлықтай әсер ететіні анықталды.

Зерттеу нәтижелері Primavera P6 жүйесін Қазақстанның құрылыс саласында кеңінен енгізудің қажеттілігін көрсетеді.

Пайдаланылған әдебиеттер

1 Kerzner, H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. – Wiley, 2022.

2 PMI. A Guide to the PMBOK (7th Edition). – Project Management Institute, 2021.

3 Mubarak, S. Construction Project Scheduling and Control. – Wiley, 2019.

4 Oracle. Primavera P6 Professional User Guide. – Oracle Corp., 2023.

5 Callahan M.T., Quackenbush D., Rowings J. Construction Project Scheduling and Control. – McGraw-Hill, 2015.

6 Elbeltagi E., Hosny O. “Application of Primavera P6 for Construction Project Scheduling.” – International Journal of Construction Engineering and Management, 2019.

7 Alshamrani O.S. “Project Scheduling Using Primavera P6.” – Journal of Civil Engineering and Architecture, 2020.

8 Hafez S., Mohamed A. “Primavera P6 in Mega Projects Management.” – Engineering, Construction and Architectural Management, 2021.

9 Lee H., Kim J. “Critical Path Method Optimization.” – Automation in Construction, 2022.

10 Қазақстан Республикасы Индустрия және құрылыс министрлігі. Цифрлық құрылыс тұжырымдамасы 2024–2030. – Астана, 2024.

ГРНТИ 67.15.39

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ FILIGRAN В СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЯХ

А.Т. Мухаметкалиева

Магистрант, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, г. Астана

А.С. Тулебекова

Научный руководитель, PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, г. Астана

Современное строительство требует высокой скорости возведения зданий при сохранении прочности, надежности и экономичности конструкций. Одной из технологий, отвечающих этим требованиям, является Filigran – сборно-монолитная система, сочетающая преимущества заводского изготовления и монолитного бетонирования.

Ключевые слова: технология filigran, сборно-монолитные перекрытия, экономическая эффективность, расход материалов, моделирование в AutoCAD.

Основная идея технологии заключается в применении тонких железобетонных плит-основ толщиной 50–70 мм с заранее установленной арматурой и закладными элементами, которые на площадке объединяются с монолитным верхним слоем. Это позволяет снизить трудозатраты на армирование, уменьшить количество опалубки и сократить сроки строительства.

Целью исследования является оценка эффективности технологии Filigran при устройстве сборно-монолитных перекрытий на основе анализа её конструктивных, технологических и экономических показателей по сравнению с традиционными системами перекрытий.

Методы и материалы.

Для анализа эффективности использованы данные проектных и теоретических расчётов перекрытий, выполненных с применением технологии Filigran и традиционного монолитного способа. Сравнение проведено по следующим критериям:

- масса и расход бетона и арматуры на 1 м² перекрытия;
- трудоёмкость монтажа и армирования;
- продолжительность устройства перекрытия;
- ориентировочная стоимость работ.

В качестве исходных данных использованы параметры типового перекрытия здания высотой 7 этажей, рассчитанного по нормам СП 63.13330.2018 “Бетонные и железобетонные конструкции” и СП 70.13330.2021 “Несущие и ограждающие конструкции”.

Расчёты производились с использованием программного комплекса AutoCAD для оценки несущей способности и жёсткости перекрытий, а также MS Excel – для определения экономических показателей. Методика исследования включала три этапа:

1. Определение объёмов материалов и трудозатрат при разных технологиях.
2. Расчёт изгибающих моментов и деформаций перекрытия.
3. Анализ экономической и технологической эффективности.

Построение расчётной модели перекрытия по технологии Filigran.

Для оценки прочностных и деформационных характеристик сборно-монолитного перекрытия, выполненного по технологии Filigran, была разработана расчётная модель, позволяющая определить распределение нагрузок, напряжений и прогибов в элементах конструкции. В качестве объекта исследования принята плита перекрытия, состоящая из сборных железобетонных плит Filigran (Рис. 1) толщиной 60 мм [1], выполняющих роль несъёмной опалубки, и монолитного железобетонного слоя толщиной 100–120 мм, с надёжным сцеплением между ними за счёт верхней арматуры, закладываемой в монолитную часть. Плиты опираются на несущие стены и ригели по периметру, что обеспечивает совместную работу элементов при восприятии эксплуатационных нагрузок. Конструкция рассматривается как двухслойная система с жёстким соединением между сборной и монолитной частями.

Расчётная схема разработана для пролёта размером 6,0×8,0 м при общей толщине перекрытия 160 мм. Толщина сборного слоя составляет 60 мм, монолитного – 100 мм. Для обеих частей конструкции принят бетон класса В25 [2] и арматура класса А500С. Условия закрепления приняты шарнирными по коротким сторонам, что соответствует реальным условиям опирания на несущие элементы. В расчётную модель введены постоянные нагрузки от собственного веса конструкции, временные эксплуатационные нагрузки величиной 2,0–3,0 кПа в зависимости от назначения помещений, а также дополнительные нагрузки от перегородок и инженерных коммуникаций.

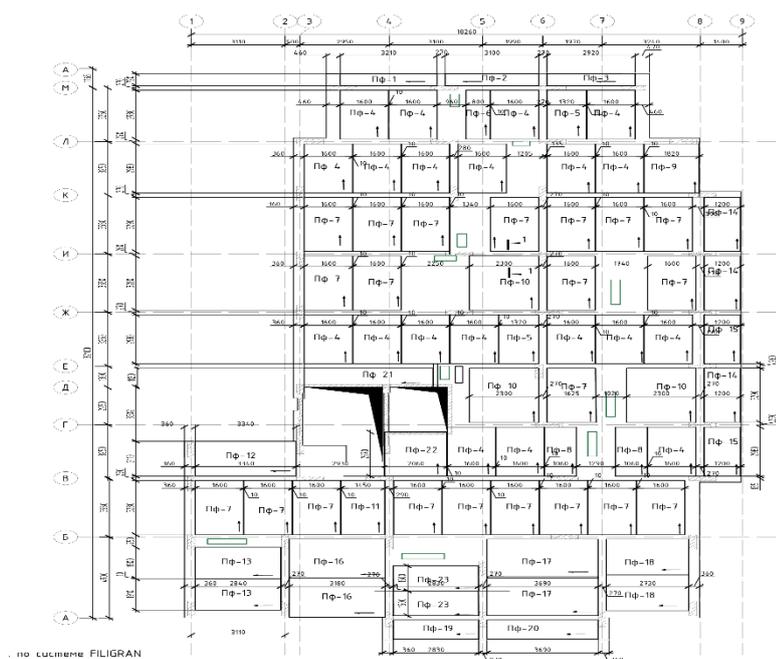


Рис. 1. План плит Filigran.

Для анализа эффективности применения технологии Filigran была выполнена теоретическая проработка расчётной модели перекрытия с использованием программного комплекса AutoCAD. Моделирование проводилось с целью визуализации конструкции, уточнения геометрических параметров, а также проверки соответствия проектных решений требованиям нормативной документации.

На основании ранее установленных исходных данных была разработана пространственная модель плиты перекрытия, включающая сборный элемент Filigran (рис. 2) толщиной 60 мм [3], арматурную сетку, соединительные анкеры и монолитный бетонный слой толщиной 120 мм. При моделировании особое внимание уделялось правильному расположению арматурных элементов, сопряжению плит и обеспечению жёсткости узлов соединения.

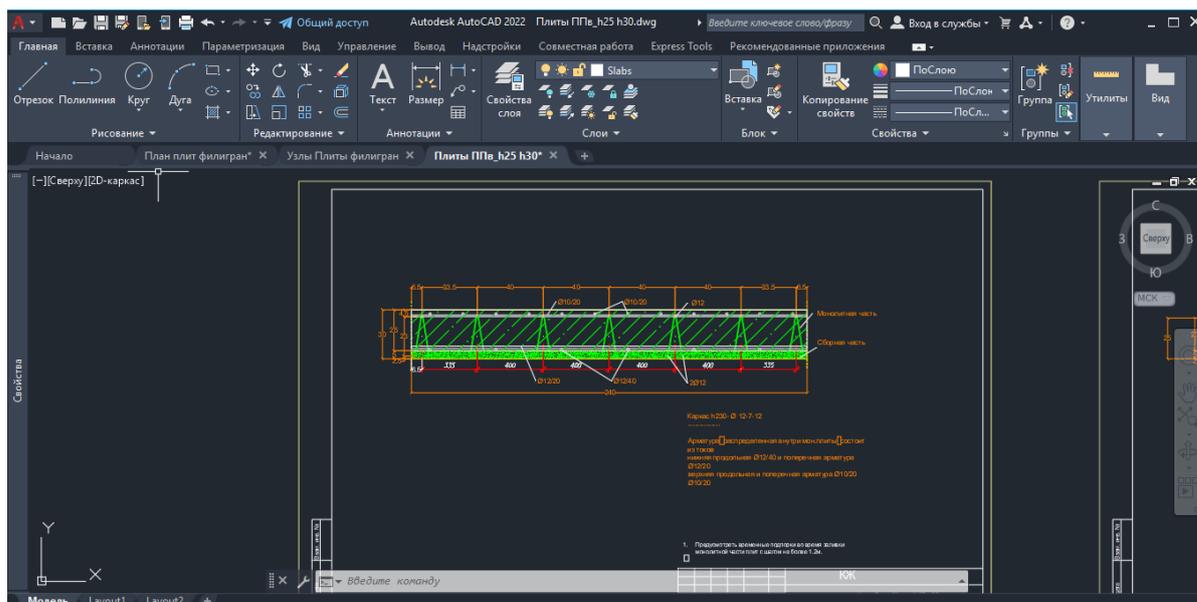


Рис. 2. Модель плиты Filigran.

В AutoCAD были выполнены поэтажные схемы расположения плит, а также узлы сопряжений между сборными элементами. На основе разработанной модели произведена оценка равномерности распределения нагрузок по поверхности перекрытия и его взаимодействия с несущими конструкциями здания. Визуализация позволила наглядно отразить работу системы Filigran, выявить потенциальные зоны повышенных напряжений и уточнить необходимость дополнительного армирования в стыках.

Построенная в AutoCAD модель обеспечила возможность детального анализа компоновки плит и узлов соединений, что позволило подтвердить конструктивную целесообразность применения сборно-монолитной [4] технологии. В результате моделирования получены чертежи и 3D-визуализации, демонстрирующие рациональное распределение элементов и соблюдение конструктивных требований.

Для иллюстрации результатов моделирования рекомендуется включить схематичное изображение перекрытия и скриншот модели, созданной в AutoCAD (рис. 3).

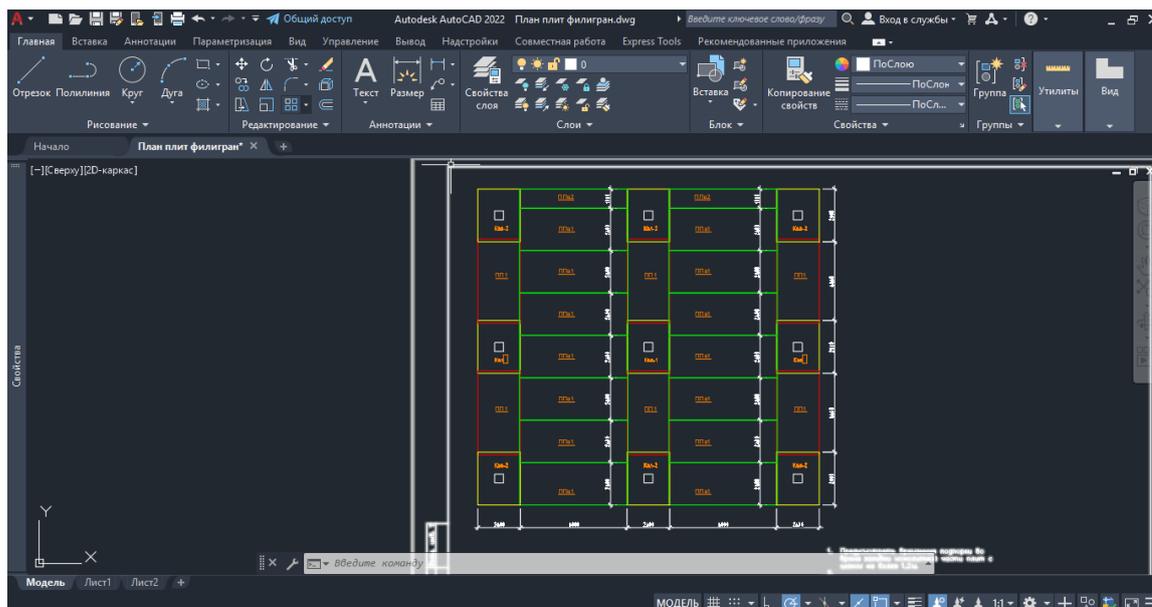


Рис. 3. Расчётная модель перекрытия по технологии Filigran, выполненная в AutoCAD.

Результаты и их анализ.

По результатам расчётов и анализа были получены данные, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение параметров перекрытий при разных технологиях.

Показатель	Монолитное перекрытие	Технология Filigran	Изменение, %
Толщина конструкции, мм	220	200	-9
Расход бетона, м ³ /м ²	0,22	0,18	-18
Расход арматуры, кг/м ²	14,5	11,8	-19
Трудоёмкость, чел.-ч/м ²	3,5	2,1	-40
Продолжительность устройства, сут.	6	3	-50
Стоимость, тенге/м ²	25 000	20 500	-18
Прочность и жёсткость	Норма	Соответствует норме	—

Полученные данные показывают, что применение технологии Filigran позволяет:

- сократить расход бетона и арматуры примерно на 15–20 %;
- уменьшить время монтажа перекрытия в два раза;
- снизить стоимость работ на 15-20 % при сохранении нормативной прочности и жёсткости.

Дополнительным преимуществом является высокая точность заводского изготовления элементов, что обеспечивает минимальные отклонения при

монтаже и улучшает качество поверхностей, исключая необходимость последующей штукатурки.

Заключение.

В результате проведённого анализа и теоретического исследования эффективности применения технологии Filigran в устройстве сборно-монолитных перекрытий установлено, что данная система обладает значительными преимуществами по сравнению с традиционным монолитным строительством. Использование сборно-монолитных плит позволяет значительно сократить сроки возведения перекрытий – в среднем на 40–50 %, благодаря уменьшению объёмов монолитных работ, снижению потребности в съёмной опалубке и повышению уровня заводской готовности элементов. Кроме того, отмечено снижение трудоёмкости и расхода строительных материалов до 20 %, что делает технологию экономически целесообразной при реализации как жилых, так и общественных зданий. Проведённые расчёты и моделирование показали, что по прочностным и деформационным характеристикам перекрытия, выполненные по системе Filigran, полностью соответствуют действующим требованиям СНиП и СП, обеспечивая необходимую несущую способность и жёсткость. Технология Filigran способствует повышению уровня индустриализации строительного процесса, оптимизации логистики на строительной площадке и улучшению качества готовых конструкций. Таким образом, внедрение данной технологии представляет собой эффективное направление развития современного сборно-монолитного строительства, обеспечивая сочетание надёжности, экономичности и высокой степени технологичности.

Литература

- 1 Filigran Trägersysteme GmbH & Co. KG. Official technical documentation, 2023.
- 2 FIB Bulletin 75. Precast concrete in mixed construction. – Lausanne: Fédération Internationale du Béton, 2013.
- 3 Кудрявцев В.А. Сборно-монолитное строительство: технологии и расчёты. – М.: АСВ, 2020.
- 4 Ершов А.В., Рубцов И.С. Современные сборно-монолитные системы в гражданском строительстве. – СПб.: Питер, 2021.

ҒТАМР 29.05.33

ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНДЕГІ РЕЗОНАНС АРҚЫЛЫ СЫЙЫМДЫЛЫҚ ПЕН ИНДУКТИВТІЛІКТІ ТӘЖІРИБЕ ЖҮЗІНДЕ АНЫҚТАУ

Ж.Ғ. Абдрахман

Магистрант, М.Х.Дулати Атындағы Тараз Университеті, Тараз қ.

Бұл мақалада резонанс әдісін қолдана отырып, электр тізбектеріндегі индуктивтілік пен сыйымдылықты анықтау бойынша зерттеу ұсынылған. Астрофизикада, электроэнергетикада, және тағы басқа көптеген инженерлік жұмыстарда қолданылатын аспаптар осы қарапайым заңдылықтар арқылы жұмыс жасағандықтан зерттеудің өзектілігі елеулі. Белгісіз индуктивтілік пен сыйымдылық мәндерін есептеу үшін тізбектей жалғанған RLC тізбек құрастырылып, резонанстық жиілік өлшенді. Тәжірибелік нәтижелер теориялық болжамдармен салыстырылып, резонанс әдісінің дәлдігін көрсетеді.

Бұл мақалада өлшеу қателіктерін ескеру арқылы аталған әдістің дәлдігі айқындалады. Одан бөлек, есептеулер мен график тұрғызу үшін Python программалау тілі қолданылды. Мұндағы ерекшелік, тәжірибелік нәтижелермен модель арқылы автоматты түрде алынған деректер салыстырылып, ауытқудың елеусіз екені расталды.

Түйін сөздер: Электромагнетизм, резонанс, индуктивтілік, сыйымдылық, өлшеу, өлшеу қателігі.

Электр тізбектері негізінен жалғағыш сымдар мен электр энергиясын қабылдағыш көздерден тұрады. Электр тізбектері түрлі қасиеттеріне қарай бірнеше топтарға бөлінеді. Мысалы, токтың түріне қарай айнымалы және тұрақты ток, бір фазалы, үш фазалы және көп фазалы болып бөлінсе, электр энергия көздерінің санына қарай бір және бірнеше ток көздері бар тізбектер болып бөлінеді. Ал элементтерді жалғау әдістеріне қарай тармақталған және тармақталмаған тізбектер болып бөлінеді. Және де элементтердің вольт-амперлік сипаттамасына қарай сызықсыз және түзусызықты болып тағы бөлінеді [1].

Құрамында активті кедергі, индуктивтілік пен сыйымдылық бар және ток пен кернеудің еркін тербелісі болу ықтималдылығы бар электр тізбегін тербелмелі контур деп айтамыз. Тербелмелі контурлар электр тізбектер теориясында маңызды рольге ие. Өйткені олар резонанстық қасиетке ие.

Контурдың кіріс реактивті кедергісі немесе кіріс өткізгіштігі 0 тең болатын тербелмелі контур режимін резонанс дейміз. Резонанс кезінде контурдың кірісіндегі ток пен кернеу фаза бойынша сәйкес келеді. Резонанс – ток резонансы және кернеу резонансы болып бөлінеді. Ток резонансы параллель жалғанған тербелмелі контурда, ал кернеу резонансы тізбектей жалғанған тербелмелі контурда бақыланады. Ал кейбір күрделі контурларда резонанстың аталған екі түрі де орын алуы мүмкін. Сонымен қатар резонанс құбылысы радиотехникада әртүрлі жиіліктерде тарайтын сигналдарда орын алады [2].

Қондырғыларды қолдану кезінде түрлі ауытқулар орын алуы мүмкін. Әдетте бұл ауытқулар контур параметрлерінің өзгеруімен немесе энергия көзінің жиілігінің өзгерісінен пайда болады. Жиіліктердің өзгеру себебінен болатын ауытқулар салыстырмалы және абсолютті істен шығуымен бағаланады [3].

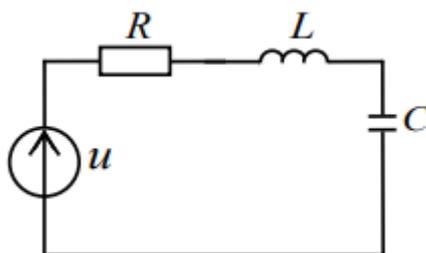
Егер, энергия көзінің жиілігі мен контурдың резонанстық жиіліктерінің айырмасы болатын болса, онда ол абсолютті істен шығу болады. Бұл кезде ол резонанстық жиіліктен көп немесе аз болады. Нәтижесінде абсолютті істен шығуы оң немесе теріс таңбаға ие бола алады.

Ал салыстырмалы істен шығу деп абсолютті істен шығудың резонанстық жиілікке қатынасын айтады. Және де тербелмелі контур теориясында бұдан өзге жалпыланған істен шығу деген де ұғым бар. Ол белгілі жиілік кезіндегі реактивті кедергінің активті кедергіге қатынасына тең болады.

Тербелмелі контурлары бар қондырғыларда бүйір жиіліктер деп аталатын ұғым бар. Бұл ω_0 жиіліктен бөлек соған жуық жиіліктер қатарлары болып табылады.

Токтың резонанстық токқа қарағанда $\sqrt{2}$ есе кем азаятын жиілік аймағын тізбектей жалғанған тербелмелі контурдың өткізу жолағы деп атаймыз [4].

Қарапайым тізбекке R, L, C элементтерін жалғай отырып тербелмелі контур құрай аламыз (1 сурет).



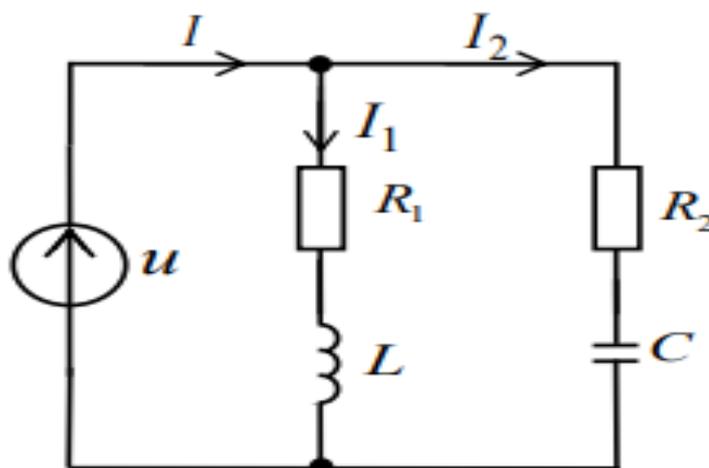
Сурет 1. Тізбектей жалғанған тербелмелі контур.

Осы секілді өшпейтін тербелмелі контурда тербелмелі ток пайда болады және осы токтың теңдеуін келесідей жазамыз:

$$i = I_m \sin \omega_0 t \quad (1)$$

Резонанс кезінде индуктивті және сыйымдылықты кедергілер тең болғандықтан бұл кедергі толқындық немесе сипаттамалық кедергі деп аталады.

Ток резонансы деп параллель тармақтары бар тізбек бөлігінде кіріс реактивті өткізгіштігі егер нөлге тең болса, оның жұмыс режимін айтамыз (2-сурет).



Сурет 2. Параллель жалғанған тербелмелі контур.

Бүгінгі таңда резонанстық қисық белгілі бір жиілікте жұмыс жасайтын немесе қажетсіз резонанстан қорғайтын құрылғыларды жобалауда инженерияда қолданылады. Резонанстық қисық арқылы жүйенің әртүрлі жиілікке реакциясын байқауға болады. Сонымен, резонанстық қисық дегеніміз – мәжбүрлі тербеліс амплитудасының сыртқы әрекет жиілігінен тәуелділігін көрсететін график. Мысалы, RLC контурларда токтың жиіліктен тәуелділігін сипаттайды. Резонанс кезінде, яғни, жиілік көзі өзінің контурдағы жиілігіне жуық болғанда тізбекте ток амплитудасы максимум болады. Құрылғы арқылы бақылау кезінде резонанстың пайда болуы энергияның жоғалуымен тығыз байланысты.

Электр тізбектеріндегі резонанс – индукторлар мен конденсаторлардың параметрлерін өлшеу үшін қолданылатын негізгі құбылыс болып табылады. Тізбектегі резонанстық жиілікті бақылау арқылы белгісіз тізбек элементтерін дәл анықтауға болады [5].

Тізбектей жалғанған RLC тізбегі үшін резонанстық жиілік ω келесі формула бойынша анықталады:

$$\omega = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2)$$

Мұндағы L – индуктивтілік, C – сыйымдылық. Ток амплитудасы максималды резонанста болғандықтан өлшеу дәлдігін қамтамасыз етеді.

Эксперименттік орнату. Келесі номиналды мәндерді пайдалана отырып, RLC тізбегі құрастырылды. Айнымалы ток генераторы арқылы айнымалы кернеу

беріледі. Тізбек арқылы өтетін ток күшін өлшей отырып, жиілікті қажетті диапазонда өлшеу үшін айнымалы ток генераторын пайдаланамыз.

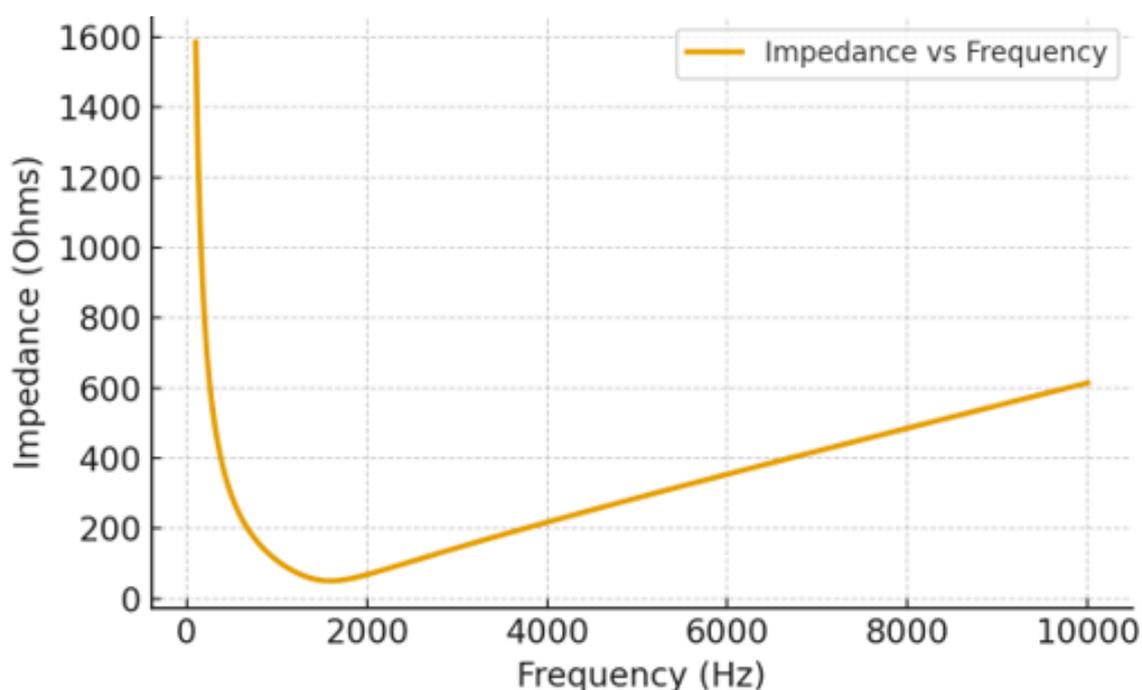
Резонанс жиілігін шамамен 5 кГц тең деп алып, осы жерден (3) формула арқылы индуктивтілікті анықтаймыз:

$$L = \frac{1}{(2\pi\omega)^2 C} \quad (3)$$

Кесте 1. Конденсатордың әртүрлі мәндері үшін резонанстық сынақ кезінде алынған тәжірибелік деректер.

№	Сыйымдылық, мФ	Резонанс жиілігі, Гц	Индуктивтілік, мГн	Қателік, %
1	0,47	734	9,8	2,1
2	1,0	503	10,1	1,0
3	2,2	339	9,9	1,8

Алынған мәндер арқылы Питон программалау тілінде (1-сурет) тізбектегі резонанс қисығы тұрғызылды.



Сурет 3. RLC тізбегіндегі резонанс қисығы.

Резонанстық әдіс индуктивтілік пен сыйымдылықты өлшеудің сенімді әрі дәл жолын ұсынады. Зерттеулер нәтижесінде программалау тілін пайдалана отырып оны теориялық модельде қайта тексердік. Тексеріс нәтижесінде 3% аз ауытқу байқалды. Бұл модельді жетілдіре келе келешекте инженерлік калькулятор ретінде дайын сандық деректерді алу үшін және автоматтандырылған резонанстық анықтау үшін қолдануға болатындығы

дәлелденді. Одан бөлек мақалада тұйық контурмен байланысты заңдылықтардың маңызы мен қолданысы айқын көрсетілді.

Пайдаланылған әдебиеттер

1 Широнос В.Г. Резонансные явления в физических системах // Физика и Радиоэлектроника, 2010.

2 Буданов В.М. Параметрический резонанс и его проявления в технических системах // Известия РАН. Серия Физическая, 2012.

3 Сейтханова А.К., Нурбердиев А.Т., Тасуов Б. Зонд теориясы негізінде төменгі температуралы және импульсті плазма ағынындағы иондар мен электрондардың концентрациясын анықтау // Л.Н. Гумилев хабаршысы, 2025.

4 Тимофеев А.В. Резонансные процессы в плазменных колебаниях // Журнал технической физики, 2014.

5 Жуков А.В., Бондаренко В.С. Исследование резонансных свойств механических колебательных систем // Прикладная механика, 2011.

SRSTI 06.54.51

VISUAL PROGRAMMING TOOLS FOR PARAMETRIC AND INFORMATIONAL DESIGN IN ARCHITECTURE AND ENGINEERING

Siyez Altai

Master's Student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

Sh.Zh. Zharassov

PhD, Senior Lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

In the era of digital transformation, visual programming languages (VPLs) and integrated environments are redefining informational design in civil engineering. This study examines the integration of parametric design tools specifically Grasshopper, Tekla Structures, and Building Information Modeling (BIM) to improve efficiency, accuracy, and collaboration in architectural and structural projects. Through a systematic review of technological evolution, regulatory frameworks, and regional implementation barriers, the research develops a practical methodology for parametric modeling and structural analysis. A simulated case study of a multi-storey building in Kazakhstan demonstrated a 25 % reduction in design errors and a 15 % improvement in project scheduling. The results confirm the potential of VPL-driven workflows for real-time data integration and sustainable design, while highlighting current limitations in interoperability and standardization. Recommendations are provided to support the adoption of digital modeling in developing regions.

Key words: Building Information Modeling (BIM), Visual Programming Language (VPL), Grasshopper, Tekla Structures, Parametric Design, Regulatory Frameworks.

The digitalization of the construction industry has transformed conventional design methodologies into integrated, data-centric processes. Visual programming languages (VPLs) enable engineers and architects to generate, analyze, and modify design data through parametric relationships, enhancing both precision and creativity [1]. Building Information Modeling (BIM) complements these tools by automating documentation, coordinating multidisciplinary inputs, and minimizing design conflicts [2].

This study explores the integration of VPL environments with BIM platforms to improve informational design quality in civil engineering. It aims to assess the efficiency and interoperability of digital workflows and to develop a methodology

suitable for Kazakhstan’s emerging construction sector. Despite rapid urbanization, local adoption of digital design practices remains limited. Hence, this research provides both theoretical and applied contributions by demonstrating tangible improvements in workflow optimization and error reduction through parametric design.

Architectural design evolved from manual drafting to computer-aided design (CAD) in the mid-20th century, reducing manual errors and enabling geometric precision [3]. The emergence of BIM in the early 2000s introduced multidimensional digital models enriched with metadata on materials, costs, and timelines [2]. VPLs such as Grasshopper extended these capabilities through algorithmic control of geometric and analytical parameters, while Tekla Structures advanced structural accuracy and fabrication modeling [4] (Figure 1.).

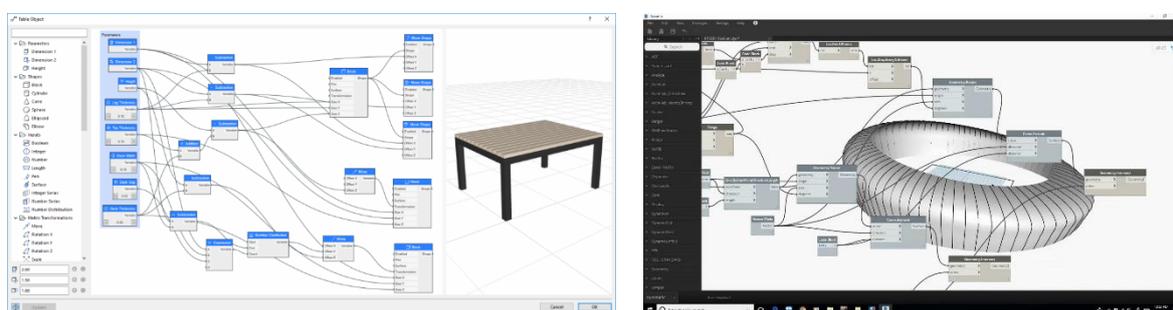


Figure 1. Example of visual programming software’s.

Within Kazakhstan, the integration of such tools is gradually increasing, but economic and technical barriers – such as high licensing costs – remain significant [5].

Modern BIM platforms provide unified environments for multidisciplinary coordination and 3D modeling [2]. Grasshopper, as a VPL for Rhinoceros 3D, supports real-time parameter manipulation, making it ideal for complex geometric design [3]. Tekla Structures contributes detailed structural analysis using finite-element methods (FEM), enabling compliance with engineering standards [6]. Integration between these tools is commonly achieved through open data formats such as IFC and COBie, ensuring data consistency across the design and construction lifecycle [7].

Global standardization efforts – particularly the ISO 19650 series – define principles for information management across BIM processes [8]. National adaptations of these frameworks, including Kazakhstan’s GOST and SNIP codes, seek alignment with international practices [9]. The UK Government’s 2016 BIM mandate exemplifies successful policy-driven implementation [9]. However, interoperability challenges and organizational resistance continue to constrain digital transformation [10].

Current research trends highlight the integration of artificial intelligence, digital twins, and blockchain for improved design automation and data security [4, 11]. Technical challenges relate to software compatibility and data exchange fidelity, whereas cultural challenges involve the acceptance of new workflows. Theoretical frameworks such as systems theory and lean construction emphasize continuous process optimization and collaboration [10].

Methodology.

A case study methodology was used to simulate the design of a 10-storey residential building in Astana, Kazakhstan. The workflow combined parametric modeling, structural analysis, and BIM integration under local climatic and regulatory conditions.

Software Integration:

Grasshopper (Rhino Plugin): Scripts defined parametric relationships among building components, incorporating variables such as floor height, wall thickness, and solar exposure. Optimization algorithms (e.g., Galapagos) minimized material usage while maintaining structural stability (Figure 2).

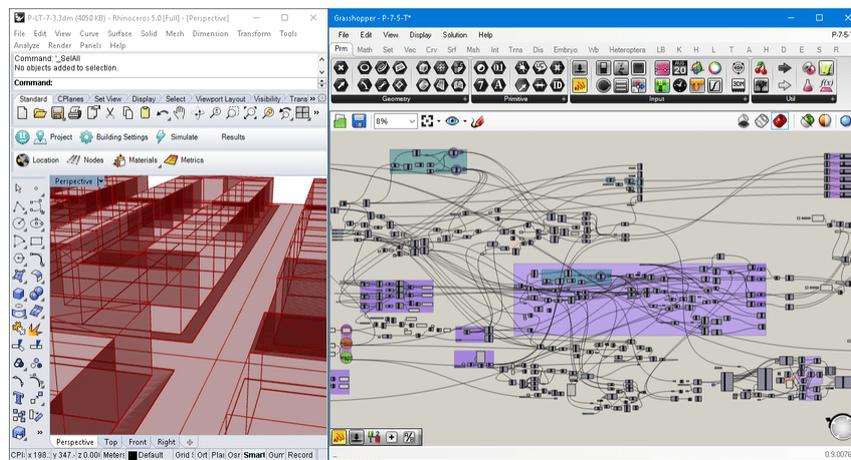


Figure 2. Grasshopper integrated with Rhino Plugin.

Tekla Structures: Imported geometries from Grasshopper were analyzed using FEM for load-bearing efficiency and seismic compliance with Eurocode 8 and GOST standards (Figure 3).

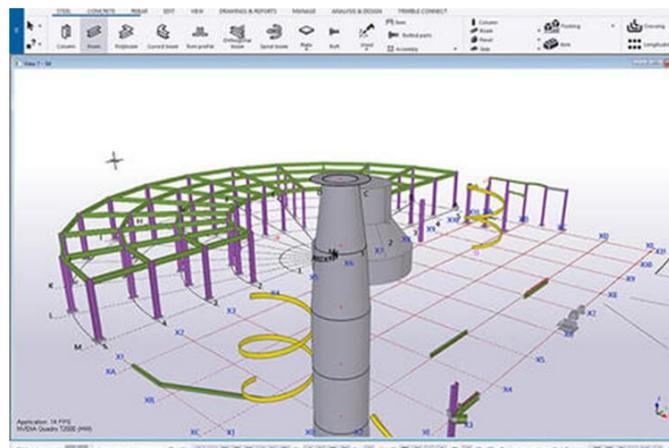


Figure 3. Grasshopper integrated with Tekla Structures.

Revit (BIM Hub): Served as the central model repository, integrating data through IFC files for 4D scheduling and clash detection.

Simulation and Data Collection: fifty scholarly sources informed the theoretical framework. Empirical simulations involved:

- generation of 20 parametric design iterations;
- comparative structural simulations for steel and reinforced-concrete options;
- evaluation of data loss during software exchange (tolerance < 5 %);
- verification of ISO 19650 compliance within a Common Data Environment (CDE) simulated in Autodesk BIM 360.

Performance metrics included design time, error frequency (via clash reports), and material efficiency.

Quantitative analysis was conducted using Python libraries (Pandas, Matplotlib) to process simulation data. Qualitative evaluation compared results with published benchmarks (e.g., typical 30 % reduction in rework [12]). The study was limited by its reliance on simulated rather than field-validated data.

Results.

Parametric modeling generated 20 optimized design variants within 2 hours, compared with 10 hours for manual modeling. The optimized façade achieved an 18 % reduction in simulated energy demand (via Ladybug plugin) (Table 1).

Table 1. Parametric modeling results.

Parameter	Baseline	Optimized	Improvement (%)
Floor Area (m ²)	5000	5200	+4
Material Use (tons)	1200	1020	-15
Design Time (h)	10	2	-80

Tekla analysis confirmed stability under a seismic load of 0.3 g. Clash detection identified 15 conflicts, all resolved through BIM integration, resulting in a 25 % reduction in potential rework. Steel usage decreased 12 % without compromising safety margins.

IFC exports preserved 98 % of attribute data. The CDE ensured version control and documentation consistency, satisfying ISO 19650 requirements. Overall project design time decreased by 15 %, demonstrating measurable workflow efficiency gains..

Discussion.

The results corroborate existing findings that VPLs enhance geometric exploration and efficiency in design [3], while BIM ensures structural precision and coordination [6]. The observed 25 % error reduction aligns with previous research on parametric modeling benefits [12]. The framework supports lean construction principles through data transparency and reduced waste [10].

For Kazakhstan’s rapidly urbanizing context, these digital methods present a scalable pathway toward sustainable and collaborative construction practices. However, challenges persist: software interoperability, workforce training gaps, and the high cost of proprietary tools may inhibit adoption [1, 5]. Future developments should prioritize open-source VPL solutions and integration of AI for predictive analytics.

Conclusion.

This research demonstrates that combining VPL-based parametric modeling with BIM environments can significantly improve efficiency and accuracy in building design. The proposed workflow – tested through a hypothetical Kazakhstani case – achieved measurable gains in design speed and material optimization.

Future studies should include real-world pilot projects, validation against as-built data, and integration of IoT-driven digital twins for continuous performance monitoring. Institutional and policy support for BIM standards and professional training will be essential to realize the full potential of informational design in Kazakhstan's construction sector.

References

- 1 Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127).
- 2 Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (3rd ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119287568>.
- 3 Woodbury, R. (2010). *Elements of Parametric Design*. Routledge.
- 4 Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (Eds.). (2018). *Building Information Modeling: Technology Foundations and Industry Practice*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3>.
- 5 Shkarlet, S., et al. (2020). Digital Transformation of Construction Industries in Emerging Economies. *Procedia Engineering*, 182, 783–789.
- 6 Kymmell, W. (2008). *Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations*. McGraw-Hill.
- 7 Kensek, K., & Noble, D. (2014). *Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice*. Wiley.
- 8 ISO. (2018). *ISO 19650-1:2018 – Organization and Digitization of Information about Buildings and Civil Engineering Works, Including Building Information Modelling (BIM) – Information Management Using Building Information Modelling – Part 1: Concepts and Principles*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/68078.html>.
- 9 Cabinet Office. (2011). *Government Construction Strategy*. UK Government. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a78ce8eed915d07d35b2933/Government-Construction-Strategy_0.pdf.
- 10 Succar, B. (2009). Building Information Modelling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>.

11 Zhang, J., El-Diraby, T. E., & Wei, H.-H. (2017). A Framework for Integration of BIM and RFID in Steel Construction Supply Chain. *Automation in Construction*, 81, 100–112. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.06.018>.

12 Rogers, J. (2013). Parametric Design and Rework Reduction in Digital Construction Projects. *Journal of Construction Innovation*, 13(4), 421–435.

SRSTI 67.23

DESIGN AND ENERGY EFFICIENCY OF FLAT AND PITCHED ROOFS IN BUILDING CONSTRUCTION

M.G. Aubakirov

Master's Student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

Sh.Zh. Zharassov

PhD, Senior Lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

This research explores the functional, sustainable, and aesthetic contributions of flat and pitched roofs in modern civil construction. Each roof type provides unique benefits, particularly when combined with advanced, energy-efficient, and recycled materials. In dense urban environments, flat roofs offer additional utility by accommodating green spaces, recreational zones, and solar technologies. Their structural flexibility supports the integration of energy-saving systems such as green roofs and photovoltaic panels. The use of high-performance materials – including vacuum insulation panels (VIPs), aerogels, phase-change materials (PCMs), and reflective membranes – enhances thermal efficiency and supports sustainable energy use. Pitched roofs, on the other hand, ensure effective water drainage and deliver strong thermal insulation. When paired with eco-friendly insulation methods and recycled materials, they significantly reduce heating and cooling energy demands. Special attention is given to inverted roof systems, characterized by multilayer configurations that improve resilience and adaptability to diverse climatic conditions. These systems are increasingly favored in both residential and commercial projects for their durability and energy efficiency. Overall, the study emphasizes that integrating innovative materials and design strategies into flat and pitched roofs is essential for improving building performance, minimizing environmental impact, and advancing energy efficiency in construction. The comparative analysis underscores their collective potential to meet sustainability goals in urban and climate-responsive architecture, shaping the future direction of civil engineering.

Key words: flat roofs, pitched roofs, climate adaptability, energy efficiency, cost-effectiveness, structural performance.

Introduction.

In response to escalating environmental concerns, the construction industry is increasingly adopting sustainable solutions aimed at reducing energy consumption and mitigating ecological impact. Among the structural elements of a building, roofs—particularly flat and pitched types—offer significant yet often untapped potential for

integrating energy-saving technologies. With the evolution of geospatial technologies, especially GIS platforms like ArcGIS Pro, it is now feasible to analyze solar radiation patterns, enabling precise planning for green roofs and solar panel installations [1].

Roofs can no longer be viewed merely as protective coverings. In the context of smart cities and carbon-neutral construction, they represent a dynamic platform for urban energy transformation. Flat roofs offer flexibility for multifunctional use, while pitched roofs excel in passive energy retention and drainage. This duality forms the foundation for a data-driven, sustainable design paradigm [2].

Methods.

To establish an efficient GIS-based workflow for rooftop solar potential analysis, three methods were analysed [3], [4]:

- Digitization of rooftop areas using ArcGIS Pro to generate a geospatial dataset of urban roof surfaces.
- Integration of DEM and building height models to simulate realistic urban topography.
- Calculation of solar radiation levels across rooftop surfaces based on seasonal and geographic parameters.
- Identification of high solar potential zones suitable for installing photovoltaic (PV) systems or developing green infrastructure.

This digital approach enabled an objective, scalable analysis of rooftop suitability within various urban environments (Figure 1).

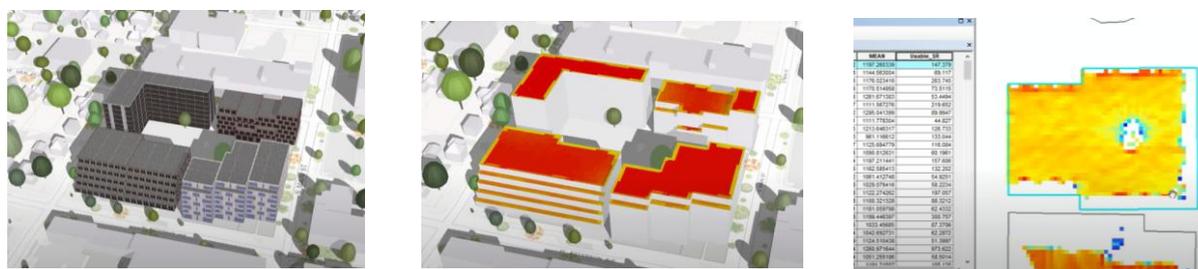


Figure 1. Rooftop solar potential analysis.

Results.

The application of this methodology yielded several key insights:

- Flat roofs demonstrated high compatibility with PV panel installation and green roof systems. Their horizontal orientation and load-bearing capacity make them especially valuable in dense urban environments where land is limited.
- Pitched roofs proved superior for natural drainage and thermal insulation, particularly in regions with frequent rainfall or snowfall. Their sloped geometry supports passive environmental control.
- GIS-based analysis enabled precise quantification of solar exposure, reducing uncertainty in system placement and maximizing energy yield.

– The use of advanced insulating materials—including vacuum insulated panels (VIPs), aerogels, phase-change materials, and reflective membranes—significantly improved the energy performance of both roof types.

These findings support the premise that integrating spatial data into architectural design enhances both environmental and functional outcomes (Figure 2, 3).

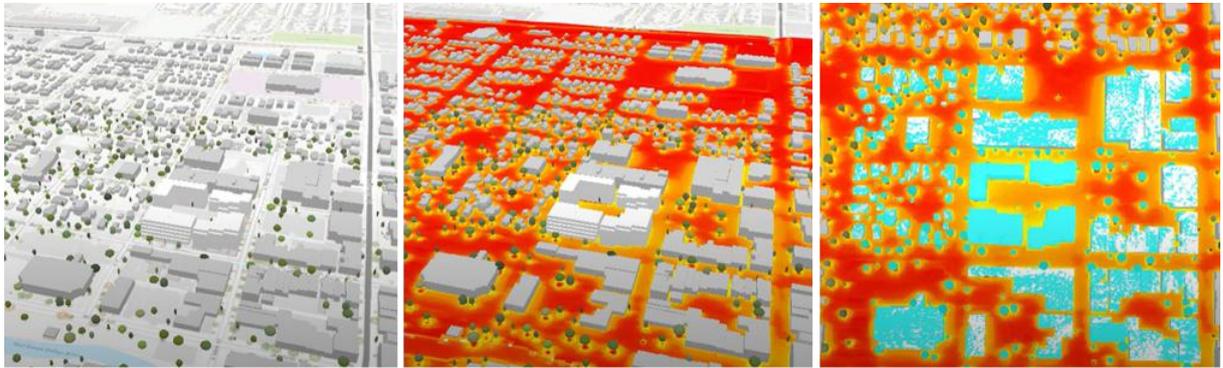


Figure 2. Stages of rooftop solar potential analysis.

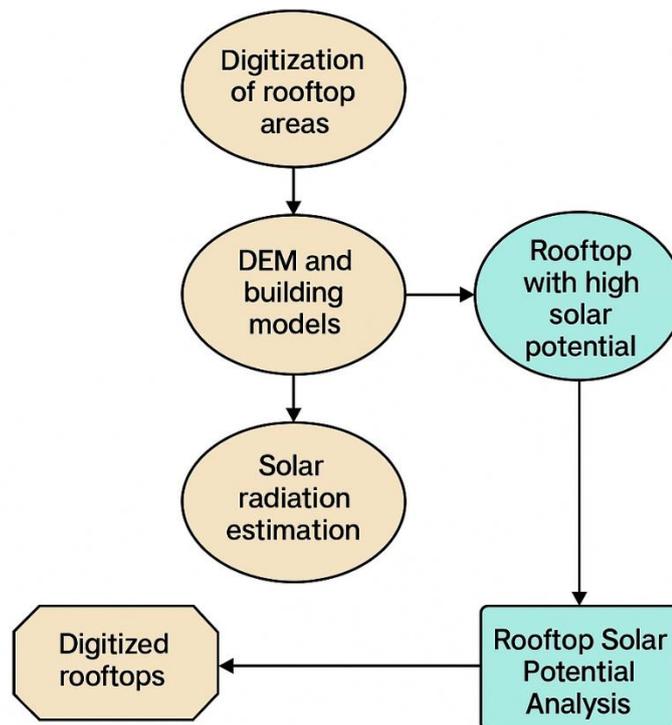


Figure 3. Workflow for rooftop solar potential analysis.

Discussion.

The transformation of rooftops into active energy platforms is a critical step toward urban energy independence. The integration of photovoltaic systems not only reduces reliance on centralized grids but also contributes to decentralized, resilient energy networks (Figure 4).



Figure 4. Innovative Roof Designs: Combining Vegetation, Solar, and Wind Systems.

Flat roofs, due to their structural configuration, can support solar panels, green vegetation, and even recreational or agricultural zones. This multifunctionality aligns with the principles of circular and regenerative urban design. Pitched roofs, when paired with innovative insulation strategies, reduce HVAC system loads, further conserving energy [5], [6].

The application of ArcGIS Pro and similar spatial analysis tools enables architects, urban planners, and engineers to optimize rooftop design based on empirical data rather than estimates. GIS modeling brings a level of precision and foresight that is essential for sustainable city planning in the 21st century.

Conclusion.

Flat and pitched roofs each possess distinct architectural and environmental strengths. When enhanced with state-of-the-art materials and integrated with solar energy systems, these surfaces become powerful assets in the transition to green construction.

This study confirms that GIS-based modeling, specifically with ArcGIS Pro, offers an efficient, accurate method for evaluating rooftop solar potential and optimizing building performance. By embracing digital spatial tools and eco-innovative materials, the construction sector can play a leading role in achieving global sustainability targets.

References

- 1 Chen C. et al., “Impact of Different Building Roof Types on Hydrological Processes at the Urban Community Scale,” *Hydrology*, vol. 12, no. 6, p. 154, June 2025, doi: 10.3390/hydrology12060154.
- 2 Yanardag H.M. and Manioglu G. “Evaluation of photovoltaic systems in different building forms in terms of energy and cost efficiency,” *AZ*, vol. 13, no. 2, pp. 23–30, 2016, doi: 10.5505/itujfa.2016.35762.
- 3 Rojas R.R., Inga A.J.V., Almidon N.E.A., and Parian B.S.C. “Comparative Analysis of Roof Geometries for Rainwater Harvesting using CAD Modeling in Autodesk Inventor,” *SSRG. Int. J. Civ. Eng.*, vol. 12, no. 9, p. 1–7, 2025.
- 4 Mysak Y., Pona O., Shapoval S., Kuznetsova M., and Kovalenko T. “Evaluation of energy efficiency of solar roofing using mathematical and experimental research,” *EEJET*, vol. 3, no. 8 (87), pp. 26–32, June 2017, doi: 10.15587/1729-4061.2017.103853.
- 5 Li Y., Wang C., Yap J.B.H., Li H., and Jiang H. “Energy-efficient design protocol for sustainable pitched roof modification from flat roof,” *Proceedings of the*

Institution of Civil Engineers - Energy, vol. 175, no. 3, pp. 103–118, Aug. 2022, doi: 10.1680/jener.21.00075.

6 Calautit K. and Johnstone C. “Investigation of the integration of an oscillating aerofoil-based energy harvester into the building roof,” Energy Reports, vol. 11, pp. 4784–4811, June 2024, doi: 10.1016/j.egyr.2024.04.022.

МАЗМҰНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

Гуманитарлық ғылымдар Гуманитарные науки Humanities

Ершат Ардак

АБАЙДЫҢ ҚАРА СӨЗДЕРІНДЕГІ МӘДЕНИ РЕАЛИЙЛЕРДІҢ АУДАРМА АСПЕКТІСІ (ҚЫТАЙ ТІЛІ НЕГІЗІНДЕ) 5

Д. Ибраев, А. Байсаров, М.К. Какимжанова

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК СУБЪЕКТ МОРАЛИ 12

Жаратылыстану ғылымдары Естественные науки Natural Science

А.С. Хамидуллина, Б.М. Кусаинова

КАЛЬЦИЙ КАРБОНАТЫ НЕГІЗІНДЕГІ БИОСОРБЕНТТІҢ АУЫР МЕТАЛЛ ИОНДАРЫН СУЛЫ ЕРІТІНДІЛЕРДЕН ЖОЮ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ 16

Ә.Ж. Серік, Ж.М. Сулейменова, Ж.Б. Досимова

ОЦЕНКА АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ 23

М.Ж. Алиясқар, А. Шыныбеков

СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ҚАРАПАЙЫМ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ОПЕРАТОРЛАРДЫҢ ДҰРЫС ТАРЫЛЫМДАРЫНЫҢ СИПАТТАМАСЫ .. 31

Құқық қорғау, әскери іс және қауіпсіздік салалары Юриспруденция, военное дело и безопасность Law enforcement, Military and Security

Б.Н. Калмухаметова

К ВОПРОСУ О ЕВРОПЕЙСКОЙ МОДЕЛИ ВЫДАЧИ ЛИЦ (ЭКСТРАДИЦИИ), СОВЕРШИВШИХ ПРЕСТУПЛЕНИЕ 35

Өнертану салалары Отрасли искусствоведения Branches of art criticism

Г.К. Жолдасова, М.С. Юсбекова

ҰЛЫ ДАЛА МӘДЕНИЕТІНДЕГІ КҮЙ ӨНЕРІНІҢ ОРНЫ: ТӘТТІМБЕТ МҰРАСЫНЫҢ ТАРИХИ САБАҚТАСТЫҒЫ 43

Әлеуметтік ғылымдар және экономика
Социальные науки и экономика
Social sciences and economics

Chen Hanqiang

ANALYSIS OF MARKET SEGMENTATION PATHS IN THE BANKING INDUSTRY UNDER BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE 52

Зейнүр Зеріпбек

DEEPFAKE БЕЙНЕЛЕРДІҢ ҚАЗАҚСТАН ЖУРНАЛИСТИКАСЫНА ӘСЕРІ: СЫН-ҚАТЕРЛЕР МЕН ШЕШІМДЕР 55

Tangbuli Zhati

RESEARCH ON THE GOVERNANCE OF UNIVERSITY ONLINE PUBLIC OPINION EVENTS FROM THE PERSPECTIVE OF JOURNALISM AND COMMUNICATION – TAKING A HOTSPOT EVENT IN A UNIVERSITY IN JIANGXI PROVINCE, CHINA AS AN EXAMPLE 59

Т.С. Мақсұт

ЖАҒАНДАНУ ЖАҒДАЙЫНДА ОТБАСЫН НЫҒАЙТУҒА БАҒЫТТАЛҒАН МЕМЛЕКЕТТІК САЯСАТ 68

Zhao Jie

CROSS-BORDER TRADE AND FINANCIAL INTEGRATION BETWEEN KAZAKHSTAN AND CHINA: MANAGERIAL AND POLICY PERSPECTIVES 77

Ж.З. Жанасова, А.Н. Боранбаева, Ш.А. Смагулова

ТУРИЗМ ИНДУСТРИЯСЫНДА ЦИФРЛЫҚ МАРКЕТИНГТІ ҚОЛДАНУҒА ҚАТЫСТЫ ЗЕРТТЕУЛЕРГЕ КЕШЕНДІ ШОЛУ 85

Д. Телманов

ҚАЗАҚСТАН МЕДИАКЕҢІСТІГІНДЕГІ ІРІ ЭКСПАНСИЯЛЫҚ ГЕГЕМОНДАР 110

Педагогика және білім беру
Педагогика и образование
Field of Pedagogy and Education

A.N. Kemelbekova, R.Sh. Izbasarova

IMPROVING SCHOOL STUDENTS' PERFORMANCE IN BIOLOGY LESSONS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE 116

Ж.Ж. Қартпаева, Г.Т. Акжанова

АУТИЗМІ БАР БАЛАЛАРДЫҢ ВИЗУАЛДЫ ҚАБЫЛДАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ КОММУНИКАЦИЯҒА ӘСЕРІ 123

Р.А. Хашимжан, Г.С. Балтабаева

БАЛАЛАР ПРОЗАСЫ НЕГІЗІНДЕ ЖАЛПЫАДАМЗАТТЫҚ ҚҰНДЫЛЫҚТАРДЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ТИІМДІ ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІ 131

М.А. Абдрахманова, Б.К. Жумабекова БОЛАШАҚ БИОЛОГИЯ МҰҒАЛІМДЕРІН ДАЯРЛАУДА МОДЕЛЬДЕУДІ ҚОЛДАНУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗДЕРІ	137
А.Ж. Айкадамова, Р.Б. Абдрахманова ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПЕДАГОГА-ПСИХОЛОГА: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДИНАМИКИ ЛИЧНОСТНОГО РАЗВИТИЯ ТРУДНЫХ ПОДРОСТКОВ	141
К.Ж. Назарова, М.С. Парпиева ЖАЛПЫ ОРТА МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫНА ГЕОМЕТРИЯ ПӘНІНДЕ КӨПБҰРЫШТАРДЫҢ АУДАНЫН ЕСЕПТЕУДІ ҮЙРЕТУ ӘДІСТЕРІ	147
А.Е. Ботабаева, С. Қажатбек ЖОҒАРЫ СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ ӘЛЕУМЕТТІК-ҚҰҚЫҚТЫҚ ЖАУАПКЕРШІЛІГІНІҢ ТӨМЕНДЕУ СЕБЕПТЕРІ	156
Е.Т. Катанова, З.К. Чункурова, С.О. Оразбекова МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ: ПЕДАГОГИКА, ПСИХОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ КАК ЕДИНОЕ ЦЕЛОЕ	162
Ж.М. Жолдыбаева МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫНА ДЕНСАУЛЫҚТЫ САҚТАУДЫ ҮЙРЕТУДІҢ ЖОЛДАРЫ	168
З.Е. Сабыржанова СИПАТТАУ, БАЯНДАУ, ПАЙЫМДАУ – БАЙЛАНЫСТЫРЫП СӨЙЛЕУДІҢ ТҮРЛЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЖОЛДАРЫ	175
С.К. Ахтанова, А. Зархумар ШЕТЕЛДІК СТУДЕНТТЕРДІҢ ЖАҢА БІЛІМ БЕРУ ЖӘНЕ ӘЛЕУМЕТТІК- МӘДЕНИ ОРТАҒА БЕЙІМДЕЛУІ	179

Техникалық ғылымдар және технологиялар
Технические науки и отрасль технологии
Technical sciences and technologies of the industry

Sh.Zh. Zharassov, Ye.B. Uteпов, A.K. Aldungarova ADVANCED TECHNOLOGIES AND METHODOLOGICAL APPROACHES FOR VIBROACOUSTIC CONTROL AND STRUCTURAL HEALTH MONITORING IN CONSTRUCTION	184
Nursaya Batyr, Kanafina Kamila, Yevhenii Biloshchytskyi, Baimukanova Zhanerke INTEGRATING MACHINE LEARNING AND COMPUTER VISION FOR FUEL CONSUMPTION FORECASTING AND VEHICLE FLOW ANALYTICS AT GAS STATIONS	219
A.N. Umarova, Sh.Zh. Zharassov ANALYSIS OF LIGHTWEIGHT FLOOR SLABS AND TRADITIONAL REINFORCED CONCRETE SLABS UNDER THE CLIMATIC CONDITIONS OF KAZAKHSTAN	235

T. Sembayev, D. Muntinov CAPSULE NETWORKS WITH CONVOLUTIONAL BLOCK ATTENTION MODULE FOR GESTURE RECOGNITION	240
A.A. Sagalov, Ye.B. Utepov, Sh.Zh. Zharassov BALANCE OF QUALITY AND BUDGET: A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF APARTMENT RENOVATION STRATEGIES IN KAZAKHSTAN	255
Abuov Ye.O., La Lira Lvovna МЕТАНЕУРИСТИК АНД ГЕНЕТИК АЛГОРИТМ АППРОАЧЕС FOR THE VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH PICKUP AND DELIVERY: A REVIEW	277
Zh.T. Syrmanova, A.S. Tulebekova, Sh.Zh. Zharassov NEXT-GENERATION BIM TOOLS: ROBOTIC ASSISTANT FOR PRECISION SITE MARKING	287
Е. Асыллова АЗ ҚАБАТТЫ ҒИМАРАТТАРДЫҢ СЫРТҚЫ ҚАБЫРҒАЛАРЫ МЕН ЖЫЛУ ОҚШАУЛАҒЫШ МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ ЖЫЛУ ТИІМДІЛІГІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ	294
Б.Б. Танирберген, Н.Б. Жаркенов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПЕРВИЧНОЙ ВИЗУАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ КАРЬЕРНОЙ ТЕХНИКИ И СНИЖЕНИЕ ПРОСТОЕВ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	298
Abdul Majeed Dehnawi, Sh.Zh. Zharassov REAL TIME DIGITAL EVALUATION OF CONCRETE SLUMP FLOW USING VISUALIZATION AND SMART SENSORS	305
А.А. Брянцев, Ж.Н. Қожа-Ахмет КӨП ҚАБАТТЫ ҒИМАРАТТАРДЫҢ СЕЙСМИКАЛЫҚ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН АРТТЫРУДАҒЫ АУТРИГЕРЛІК ЖҮЙЕЛЕРДІ МОДЕЛЬДЕУ	311
А.А. Брянцев, С.М. Дастанбек ҚҰРЫЛЫС ЖОБАЛАРЫН БАСҚАРУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ: PRIMAVERA P6 БАҒДАРЛАМАСЫН ҚОЛДАНУ ТӘЖІРИБЕСІ	316
А.Т. Мухаметкалиева, А.С. Тулебекова ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ FILIGRAN В СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЯХ	321
Ж.Ғ. Абдрахман ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНДЕГІ РЕЗОНАНС АРҚЫЛЫ СЫЙЫМДЫЛЫҚ ПЕН ИНДУКТИВТІЛІКТІ ТӘЖІРИБЕ ЖҮЗІНДЕ АНЫҚТАУ	327
Siyez Altai, Sh.Zh. Zharassov VISUAL PROGRAMMING TOOLS FOR PARAMETRIC AND INFORMATIONAL DESIGN IN ARCHITECTURE AND ENGINEERING	332
M.G. Aubakirov, Sh.Zh. Zharassov DESIGN AND ENERGY EFFICIENCY OF FLAT AND PITCHED ROOFS IN BUILDING CONSTRUCTION	338

Scientific publication
proceedings of the international scientific conference
«**Priority directions of science and education development**»
17-18 November 2025
Almaty, Kazakhstan

Responsible editor – A. Amangeldiyev



Signed to the press on 03.12.2025
Circulation of 50 copies. 60X90/8 format
Offset paper font «Times New Roman»
Order No.15291

Published in the printing house of the «Bilim Innovations Group».
Uly Dala avenue 38/494, Astana city, Republic of Kazakhstan, 010000
Phone: +77074929322; e-mail: info@kazconf.com

Ескертпелер үшін