

**Дауренбаева Нуркамиля Алдангаровнаның 8D06102 –
«Компьютерлік және программалық инженерия» білім беру
бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін
алу үшін ұсынылған «Ғимараттардың микроклиматын басқаруға
арналған қателерді диагностикалаудың интеллектуалды жүйесі»
тақырыбындағы диссертациялық жұмысына
АҢДАТПА**

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Диссертациялық зерттеу ғимараттардың микроклимат жүйелеріндегі ақауларды автоматты түрде анықтау және диагностикалау әдістерін машиналық оқыту алгоритмдері негізінде зерттеуге және практикалық іске асыруға арналған. Негізгі назар белгіленбеген деректер жағдайында аномалияларды анықтауға мүмкіндік беретін кластерлеу алгоритмдері мен статистикалық әдістерге аударылған.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Соңғы жылдары автоматтандырылған диагностика әдістері, атап айтқанда жылыту, желдету және ауа баптау (ЖЖАБ) жүйелерінде қарқынды дамуда. Wang және әріптестері (2024) датчик көрсеткіштерінің ауытқуы дата-орталықтардағы салқындату тиімділігін төмендететінін анықтап, Random Forest және Байес теоремасына негізделген гибриді әдісті ұсынды. Zhao және әріптестері (2023) толық емес деректерді қалпына келтіру үшін IFWA-LSTM (Improved Fuzzy Weighted Average – Long Short-Term Memory) әдісін қолданды. Li және әріптестері (2024) Байес әдісіне негізделген ақауға төзімді басқару (Fault-Tolerant Control) жүйесін жасап, оның энергия үнемдеу мен жайлылықты қамтамасыз етуде тиімді екенін көрсетті. Zhang және әріптестері (2024) энергетикалық және массалық тепе-теңдікке негізделген трансферлік оқыту әдісін ұсынды, ол түрлі жұмыс жағдайларында диагностика сапасын арттырды.

Бұл зерттеулер әлемдік тенденцияны көрсетеді: шуды, толық емес және өзгеріп отыратын деректермен жұмыс істей алатын тұрақты диагностика әдістерінің дамуы. Алайда, көпшілігі немесе симуляцияланған деректерде, немесе автоматтандыру деңгейі жоғары арнайы жүйелерде (мысалы, дата-орталықтар, ірі қоғамдық ғимараттар) жүргізілді.

Олардан айырмашылығы, осы зерттеу Қазақстандағы тұрғын және тұрғын емес ғимараттардың нақты пайдалану деректеріне негізделген, онда автоматтандыру деңгейі шектеулі, ал өлшеулерде шу деңгейі жоғары және маусымдық ауытқулар байқалады. Сондықтан алдын ала белгілеуді қажет етпейтін әдістер таңдалды: Z-score статистикалық тазалау, PCA (Principal Component Analysis) өлшемділікті төмендету және DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) бақылаусыз кластерлеу әдісі.

Сонымен қатар, MTBF (ақаулар арасындағы орташа уақыт) және $R(t)$ сенімділік функциясы көрсеткіштерін қолдану микроклиматтық жүйелердің күйін және ұзақ мерзімділігін сандық бағалауға мүмкіндік береді, бұл автономды мониторинг пен ақауларды алдын алу үшін өте маңызды.

Осыған байланысты, ғимараттардың микроклиматын диагностикалауға арналған интеллектуалды жүйелерді әзірлеу мемлекеттік цифрлық трансформация және тұрақты даму басымдықтарына толық сәйкес келеді.

ЖЖАБ жүйелерін диагностикалауға арналған көптеген ғылыми зерттеулерде қолдан жасалған деректер мен әдейі енгізілген қателер пайдаланылады, бұл олардың нақты жағдайларда қолданылуын шектейді. Бұл зерттеу, керісінше, тұрғын және тұрғын емес ғимараттардан жиналған нақты деректерге негізделген, бұл олардың маусымдық және эксплуатациялық ерекшеліктерін ескеруге мүмкіндік береді.

Деректерді талдауға негізделген қазіргі заманғы тәсілдер ақауларды автоматты түрде анықтау процесін оңтайландырып, қызмет көрсетудің тиімділігін арттыруға жағдай жасайды. PCA (өлшемділікті азайту), Z-score (ауытқуларды анықтау) және DBSCAN алгоритмі (таңбаланбаған деректерде шуларға төзімді шеткі нүктелерді табу) сияқты әдістерді қолдану алдын ала ақпарат болмаған жағдайда да ақауларды дәл анықтауға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, MTBF (Mean Time Between Failures) және сенімділік функциясы $R(t)$ сияқты көрсеткіштерді қолдану микроклимат жүйелерінің күйін және сенімділігін сандық бағалауға мүмкіндік береді. Бұл автономды мониторинг пен алдын ала ақау туралы ескерту жүйелерін құру үшін аса маңызды.

Бұл зерттеудің өзектілігі Қазақстан Республикасының Президенті

Қ.К. Тоқаевтың 2025 жылғы 8 қыркүйектегі Қазақстан халқына Жолдауында нақтыланды. Құжатта тұрғын үй-коммуналдық инфрақұрылымның күрделі жағдайы және оның цифрлық трансформация қажеттігі ерекше атап көрсетілді. Арнайы назар мониторинг және интеллектуалды басқару жүйелерін енгізуге, сондай-ақ энергия тиімділігін және инфрақұрылымның тұрақтылығын арттыру мақсатында жасанды интеллект пен «ақылды қалалар» технологияларын пайдалануға аударылды.

Мәселенің зерттелу дәрежесі. Алдыңғы зерттеулер интеллектуалды басқару жүйелері, энергия тиімділігі және ақауларды анықтау сияқты тақырыптарға ғылыми қызығушылық танытты. Отандық және шетелдік авторлардың жұмыстары осы саладағы теориялық базаны қалыптастыруға ықпал етті. Дегенмен, көптеген мәселелер талқылауға ашық болып қалады, әсіресе мұғалімсіз оқыту әдістерін практикалық іске асырумен, көп өлшемді сенсорлық деректерді өңдеумен және алгоритмдерді жергілікті климаттық және инфрақұрылымдық жағдайларға бейімдеумен байланысты. Осы уақытқа дейін Қазақстанның ерекшелігін ескеретін осы саладағы зерттеулер деңгейі өте шектеулі болып қала береді. Сондықтан тақырып, ең алдымен, тиісті жүйелерді әзірлеу мен жұмыс істеудің жаңа тәсілдерін, әдістері мен тетіктерін анықтауға баса назар аудара отырып, одан әрі зерттеуді қажет етеді. Жоғарыда аталған факторлар диссертация тақырыбын таңдауды, сондай-ақ оның мақсаты мен зерттеу міндеттерін анықтады.

Интеллектуалды басқару және ЖЖАБ ақауларын анықтау мәселелері бойынша алдыңғы зерттеулер ғылыми қызығушылықты көрсетті, бірақ көбінесе жасанды генерацияланған деректерге сүйенеді, бұл практикалық

қолданылуын шектейді. Қазақстанның климаттық және инфрақұрылымдық ерекшеліктерін ескеретін зерттеулер аз, сондықтан бұл салада жаңа тәсілдер мен әдістерді әзірлеу қажет. Бұл факторлар диссертациялық жұмыстың тақырыбы мен мақсаттарын айқындады.

Зерттеу мақсаты:

Статистикалық және машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, тұрғын және тұрғын емес ғимараттардың микроклимат жүйелеріндегі ақауларды сенімді анықтау және сенімділікті бағалау тәсілін әзірлеу.

Зерттеу міндеттері:

- Микроклиматты бақылау және ақауларды диагностикалау әдістерін қарастыру;
- Тұрғын және тұрғын емес ғимараттардан микроклиматтық деректерді жинау және талдау эксперименттік қондырғы әзірлеу;
- Сенсорлық деректерді жинау және бастапқы өңдеу;
- Z-бағалау әдісі арқылы аномалияларды анықтап, деректерді тазарту;
- Негізгі компоненттер әдісі (PCA) арқылы деректердің өлшемін азайту;
- DBSCAN және K-Means алгоритмдерін салыстырып, аномалияларды анықтауда тиімділігін бағалау;
- MTBF және сенімділік функциясы $R(t)$ сияқты статистикалық көрсеткіштер арқылы микроклимат жүйелерінің сенімділігін бағалау.

Зерттеу нысаны: Ғимараттардың микроклиматтық (ЖЖАБ) жүйелері.

Зерттеу пәні: Деректерге негізделген ақауларды анықтау және сенімділікті талдау әдістері.

Зерттеудің теориялық және әдіснамалық негізі. Зерттеу машиналық оқыту мен деректерді интеллектуалды талдау теориясына негізделген. Негізгі құралдар ретінде кластерлеу алгоритмдері (әсіресе DBSCAN), статистикалық әдістер (Z-бағалау), өлшемін азайту әдістері (PCA), сондай-ақ деректерді талдауды құрылымдауға арналған стандартталған CRISP-DM әдістемесі қолданылды. Бағдарламалық іске асыру Python тілінде және scikit-learn, pandas, matplotlib сияқты мамандандырылған кітапханаларды пайдалану арқылы жүзеге асырылды.

Зерттеудің ақпараттық базасы

Диссертациялық зерттеудің ақпараттық базасына тұрғын және тұрғын емес ғимараттардан эксперименттік жолмен жиналған деректер көздері кіреді. Бұл деректерге микроклимат параметрлері (концентрациясы (CO_2 , CO_{2out}), температурасы (T , T_{out}), ылғалдылығы (H , H_{out}), шөлдену нүктесі (DP , DP_{out}), ұшпа органикалық қосылыстар ($TVOC$), қысым (P , P_{out}), ток (C), кернеу (V), қуат (P_{wr}), ультракүлгін сәуле (UVr) және жарықтандыру деңгейі (L)) жатады. Олар IoT құрылғыларына негізделген сенсорлар арқылы әр 10 секунд сайын өлшеніп отырылды.

Ғылыми жаңалығы

DBSCAN, PCA және Z-score алгоритмдерін біріктіріп, белгіленбеген жоғары жиілікті микроклиматтық деректерді өңдеуге арналған унифицированный диагностикалық тәсіл әзірленді. Көпөлшемді сенсорлық деректерді ескере отырып, CRISP-DM әдістемесі бейімделді, бұл талдаудың дәлдігі мен тұрақтылығын арттырды. Нормадан ауытқуларды анықтау және кластерлерді қалыптастыру арқылы ақауларды табуға мүмкіндік беретін, сондай-ақ MTBF және $R(t)$ көрсеткіштерін қолданып микроклимат жүйелерінің сенімділігін бағалауға мүмкіндік беретін тәсіл ұсынылды. Бұл әдістің тиімділігі түсіндірілген дисперсияны пайдалана отырып өткізілген деректердің ақпараттылығын талдау негізінде расталды.

Диссертациялық зерттеу барысында келесі ғылыми нәтижелер алынды:

- Микроклиматты мониторингтеу және ЖЖАБ жүйелерінің ақауларын диагностикалау саласындағы заманауи әдістерге, әсіресе деректерді өңдеу алгоритмдері мен машиналық оқыту әдістеріне кешенді шолу жүргізілді.

- Көп параметрлі сенсорлық модульдерді пайдалана отырып, тұрғын және тұрғын емес ғимараттардағы микроклиматты мониторингтеудің эксперименттік моделі әзірленіп, іске асырылды.

- Мониторинг ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers) және IEA стандарттарына сәйкес 11 параметр бойынша жүргізілді (температура, ылғалдылық, CO_2 , TVOC, жарықтандыру, тұтынылатын қуат және т.б.).

- Деректер жиналып, алдын ала өңделіп, Z-score әдісімен аномалиялардан тазартылды, бұл кейінгі талдаудың дәлдігін арттырды.

- Белгілердің ақпараттылығын сақтай отырып, өлшемділікті төмендету және визуализацияны жеңілдету мақсатында басты компоненттер әдісі (PCA) қолданылды.

- Шумен және белгіленбеген деректердегі аномалияларды анықтау үшін DBSCAN және K-Means алгоритмдерінің салыстырмасы жүргізілді; күрделі көпөлшемді және шуды деректерде DBSCAN-ның артықшылығы анықталды.

- CRISP-DM методологиясы шуды және белгіленбеген деректердегі ақауларды анықтау міндеттеріне бейімделіп, минималды алдын ала өңдеуді қамти отырып, нақты уақыт режимінде қолдануға мүмкіндік берілді.

- Микроклиматтық жүйелердің сенімділігі нақты деректер негізінде алғаш рет бағаланды: тұрғын үйлер үшін $MTBF \approx 103$ сағат, $R(24) \approx 79,2\%$; тұрғын емес ғимараттар үшін $MTBF \approx 45$ сағат, $R(24) \approx 58,6\%$. Бұл тұрғын сектордағы жүйелердің жоғары сенімділігін көрсетеді.

Қорғауға ұсынылатын негізгі тұжырымдар:

- Тұрғын және тұрғын емес ғимараттардың микроклиматтық сенсорлық деректерін жинау және талдау үшін эксперименттік қондырғы

әзірленіп, жүзеге асырылды. Бұл қондырғы ASHRAE стандарттарына сәйкес температура, ылғалдылық, CO₂ деңгейі, жарықтандыру, атмосфералық қысым, росаның нүктесі, ауа қозғалысы жылдамдығы, сейсмикалық тербелістер (Aftershocks), TVOC концентрациясы, ультракүлгін сәулелену (UVR) және электр энергиясын тұтынуды өлшеуді қамтиды.

– CRISP-DM методологиясы микроклиматтың немаркиленген нақты деректеріндегі ақауларды анықтау үшін минималды алдын ала өңдеумен бейімделді; DBSCAN және K-Means алгоритмдерінің салыстырмасы жүргізіліп, шуды көп параметрлі таңдамаларда аномалияларды анықтауда DBSCAN-ның артықшылығы расталды.

– MTBF және R(t) көрсеткіштерін пайдалана отырып, микроклимат жүйелерінің сенімділігі бағаланды, нәтижесінде тұрғын ғимараттардағы жүйелердің тұрғын емес ғимараттарға қарағанда жоғары жұмыс тұрақтылығы анықталды.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңызы:

Диссертация жоғары өлшемді және немаркированных микроклиматтық сенсорлық деректерді талдауда өлшемін азайту және тығыздыққа негізделген кластерлеу әдістерін қолдану бойынша теориялық білімді кеңейтеді. Практикалық жағынан, ұсынылған тәсіл энергияны үнемдеу, жабдықтардың тозуын азайту және тұрғындардың жайлылығын арттыру мақсатында ақауларды ерте анықтауға мүмкіндік беретін, тиімді әрі қолжетімді нақты уақыт режиміндегі мониторинг моделін ұсынады. Бұл әдістеме бар Ғимаратты Басқару Жүйелеріне (BMS) оңай енгізіліп, тұрақты, энергия тиімді «ақылды» ғимарат шешімдерін дамытуға септігін тигізеді.

Жұмыстың негізгі нәтижелері келесі жұмыстарда ұсынылды:

Зерттеудің негізгі нәтижелері мен ғылыми жетістіктері 2021–2025 жылдары Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің Компьютерлік инженерия кафедрасының семинарларында, 2024–2025 жылдары Сулейман Демирел университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасында (SDU), 2023–2024 жылдары Португалиядағы Коимбра Политехникалық институтында және 2024–2025 жылдары Ресей Федерациясының Үкіметі жанындағы Қаржы университетінің Жасанды интеллект кафедрасында ұсынылып, талқыланды. Автор сондай-ақ 2023 жылы өтетін 17-ші Халықаралық электроника, есептеу техникасы және есептеулер конференциясына (ICECCO) және 2025 жылы өтетін Физикалық активтерді басқару және деректер ғылымы халықаралық конференциясына (PAMDAS) қатысқан.

1) **Daurenbayeva, N.,** Nurlanuly, A., Atymtayeva, L., Mendes, M. Survey of Applications of Machine Learning for Fault Detection, Diagnosis and Prediction in Microclimate Control Systems. *Energies* 2023, 16, 3508. <https://doi.org/10.3390/en16083508>.

2) **Daurenbayeva, N.,** Atymtayeva, L., Nurlanuly, A., Bykov, A., Akhmetov, B., Shuitenov, G., Turusbekova, U. A Machine Learning Approach to Microclimate Monitoring and Fault Detection. *AMIS* 2025, 19, 327-334. <https://doi.org/10.18576/amis/190209>.

3) **Дауренбаева, Н.А.**, Нұрланұлы, А., Атымтаева, Л.Б., Быков, А.А., Ергалиев, Д.С., Әбдірашев, Ө.К. Микроклимат параметрлерін кластеризациялау: әдістер мен математикалық сипаттамалар // ENU Bulletin (Л.Н. Гумилев ЕНУ Хабаршысы), Technical Sciences And Technology Series, №4 (149)/ 2024 pp. 202-214. <https://doi.org/10.32523/2616-7263-2024-149-4-202-214>.

4) **Daurenbayeva, N.**, Atymtayeva, L., Nurlanuly, A. 17th International Conference on Electronics Computer and Computation (ICECCO-2023). Choosing the intelligent thermostats for the effective decision making in BEMS. 1-4. 10.1109/ICECCO58239.2023.10147131.

5) **Daurenbayeva, N.**, Atymtayeva, L., Mendes, M., Nurlanuly, A. & Yagalieva B., (2025, July 17–18). Machine learning approach to fault detection in microclimate system at residential and non-residential buildings. Paper presented at the PAMDAS 2025 – International Conference on Physical Asset Management and Data Science, Coimbra Institute of Engineering (ISEC), Polytechnic University of Coimbra, Portugal.

6) **Daurenbayeva, N.A.**, Atymtayeva, L.B., Lutsenko, N.S., Nurlanuly A. Integration of machine learning for microclimate management optimization in buildings: perspectives and opportunities, international journal of information and communication technologies 2024. Vol. 5. Is. 2. <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.18.2.008>.

7) **Дауренбаева, Н.А.**, Атымтаева, Л.Б., Ыбытаева, Г.С., Нұрланұлы, А. Свидетельство на право охраны программы для ЭВМ № 41781 Республики Казахстан. Аппаратный комплекс для реального мониторинга параметров микроклимата с интегрированным датчиком сейсмического воздействия / заявка 04.01.2024; публикация 05.01.2024.

Нәтижелер

Зерттеу барысында жылыту, вентиляция және ауа кондициялау жүйелерінің мониторингі мен ақауларды диагностикалаудың заманауи тәсілдері, соның ішінде деректерді өңдеу алгоритмдері мен машиналық оқыту әдістері бойынша кешенді шолу жүргізілді.

Тұрғын және тұрғын емес ғимараттарда көппараметрлі сенсорлық модульдер негізінде микроклиматты бақылаудың эксперименттік моделі әзірленіп, іске асырылды.

Мониторинг 11 параметр бойынша жүзеге асырылды: температура, салыстырмалы ылғалдылық, CO₂ концентрациясы, TVOC деңгейі, жарықтандыру және тұтынатын қуат сияқты параметрлер ASHRAE

және IEA стандарттарына сәйкес. Жиналған деректер алдын ала өңделіп, Z-бағасы әдісі арқылы аномалиялардан тазартылды, бұл кейінгі талдаудың дәлдігін арттырды. Өлшемін азайту және визуализацияны жеңілдету үшін негізгі компоненттер әдісі (PCA) қолданылды, ол сипаттамалардың ақпараттылығын сақтады.

PCA нәтижелері бойынша, алғашқы төрт компонент деректердің вариациясын толықтай түсіндіреді; тұрғын емес ғимараттарда дисперсияның негізгі бөлігі бірінші компонентке (40,08%) шоғырланған, ал тұрғын

ғимараттарда вариация теңдей бөлінген, бұл ғимарат түрлерінің микроклимат құрылымындағы айырмашылықтарды көрсетеді.

Шуылы жоғары деректердегі аномалияларды анықтауда DBSCAN және K-Means кластерлеу алгоритмдерінің салыстыруы жүргізіліп, DBSCAN-ның күрделі көпөлшемді және шуылы бар жинақтармен жұмыс істеуде басымдығы анықталды.

CRISP-DM әдістемесі мінсіз алдын ала өңдеуді қажет етпейтін және нақты уақыт режимінде қолдануға мүмкіндік беретін және шуылы бар деректердегі ақауларды анықтау тапсырмаларына бейімделді.

Микроклиматтық жүйелердің сенімділігі нақты пайдалану деректері негізінде алғаш рет бағаланды: тұрғын ғимараттарда MTBF шамамен 103 сағат, ал 24 сағаттық ақаусыз жұмыс мүмкіндігі — 79,2%; тұрғын емес ғимараттарда MTBF шамамен 45 сағат, ал 24 сағаттағы ақаусыз жұмыс мүмкіндігі — 58,6%. Алынған нәтижелер тұрғын секторындағы жүйелердің сенімділігі жоғары екенін көрсетеді және тұрғын емес қордағы микроклиматтық жүйелердің пайдалануын оңтайландыру қажеттігін айқындайды.

Сондай-ақ, жүйелердің маусымдық және пайдалану ерекшеліктері анықталып, ұсынылған әдіс предиктивті диагностикалау мен техникалық қызмет көрсету жоспарларын оңтайландыруға мүмкіндік береді. DBSCAN алгоритмі микроклиматтық немаркированных деректердегі аномалияларды анықтауда ең қолайлы шешім ретінде таңдалып, таңдалған параметрлердің ($\epsilon = 1.1$, $\text{min_samples} = 5$) тиімділігі тәжірибелік түрде расталды.

Жүргізілген талдау ұсынылған тәсілдің визуалды интерпретацияға қолжетімді кластерлеуді қамтамасыз ететінін, микроклиматтық жүйелердің жұмыстағы ауытқуларын анықтай алатынын және автоматты басқару жүйелеріне енгізуге жарамды екенін көрсетті.

Осылайша, диссертациялық жұмыста қойылған мақсаттар мен міндеттер орындалып, алынған ғылыми нәтижелер теориялық және қолданбалы мәнге ие.

Тарауларға шолу. Бірінші тарауда ғимараттардағы микроклиматты басқарудың теориялық және практикалық аспектілері қарастырылады. Негізгі ұғымдар, микроклиматтың жайлылық пен энергия тиімділігі үшін маңызы, сондай-ақ оны бақылау кезінде туындайтын негізгі проблемалар сипатталған. Ғимаратты басқарудың заманауи жүйелеріне (BMS) шолу берілген.

Екінші тарауда деректерді талдау процесін құрылымдау үшін CRISP-DM әдіснамасын таңдау негізделген. Қолданыстағы тәсілдерге шолу жасалады және зерттеу шеңберінде осы әдістемені қолдану процесі сипатталады.

Үшінші тарауда Машиналық оқыту әдістерін қоса алғанда, микроклиматтық жүйелердің ақауларын анықтау және диагностикалау алгоритмдері қарастырылады. DBSCAN алгоритмінің жұмыс принциптері

және деректердің өлшемділігін төмендету үшін негізгі компоненттер әдісін (PCA) қолдану сипатталған.

Төртінші тарауда эксперименттік қондырғының архитектурасы ұсынылған, оның ішінде тұрғын және тұрғын емес үй-жайлардың сипаттамасы, Қолданылатын жабдықтар және деректерді жинау үшін сенсорларды орналастыру стратегиясы бар.

Бесінші тарау жиналған деректерді талдауға арналған: бақыланатын микроклимат параметрлері сипатталған, визуализация әдістері және айнымалылар арасындағы корреляцияны талдау ұсынылған.

Алтыншы тарауда кейінгі модельдеудің сенімділігін қамтамасыз ететін тазалауды, қалыпқа келтіруді және өткізіп жіберуді жоюды қоса, талдау үшін деректерді дайындау процесі сипатталған.

Жетінші тарауда PCA, K-means және DBSCAN алгоритмдерін қолдана отырып, кластерлеу мен ақаулықтарды диагностикалаудың негізгі нәтижелері келтірілген. Нәтижелерді түсіндіру және салыстыру берілген.

«Талқылау» бөлімінде алынған нәтижелер талданады, басқа зерттеулермен салыстырылады және одан әрі қолдану перспективалары талқыланады.

Қорытындыда жұмыстың қорытындылары шығарылады, ғимараттардың микроклиматын диагностикалаудың Зияткерлік жүйелерін енгізу бойынша негізгі тұжырымдар мен практикалық ұсынымдар тұжырымдалады.

Жұмыстың құрылымы мен көлемі.

Диссертацияда кіріспе, 7 негізгі тарау, әдебиеттерге шолу, әдістемелік негіздерді сипаттау, нәтижелерді ұсыну, содан кейін талқылау және қорытынды көрсетілген. Сонымен қатар, жұмыста зерттеудің негізгі мазмұнын толықтыратын қосымша материалдар ұсынылған қосымша бар. Диссертацияда 30 сурет және 17 кесте бар. Негізгі мәтіннің жалпы көлемі қосымшаларды есептегенде 90 бетті құрайды.