И. Арабаев атындагы Кыргыз Мамлекеттик Университети
И. Раззаков атындагы Кыргыз Мамлекеттик Техникалык Университети

Диссертациялык кеңеш Д 05.23.689

Кол жазма укугунда

УДК: 519.6:699.8(575.2)(043)

Супибекова Алтынай Казакбаевна

Кыргыз Республикасынын климаттык шарттарында имараттардын жылуулугун коргоо үчүн маалыматтык системаны иштеп чыгуу

05.13.16 - илимий изилдөөлөрдө эсептөө техникасын, математикалык моделдөө жана методдорду колдонуу(тармактар боюнча)

техника илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациянын

Авторефераты

Бишкек - 2025

Иш И.Раззаков атындагы Кыргыз Технологиялык Университетинин «Экономика дагы маалымат системалары» кафедрасында аткарылган

Илимий жетекчиси: **Мухамедий Дадиевич Кутуев,** техника илимдеринин доктору, И. Раззаков атындагы Кыргыз Мамлекеттик Техникалык Университетинин профессору, Бишкек ш.

Расмий оппоненттер:

Жетектөөчү мекеме:

Диссертацияны коргоо 2025-жылдын «___» ______ саат ____дө И. Арабаев атындагы Кыргыз Мамлекеттик Университети жана И. Раззаков атындагы Кыргыз Мамлекеттик Техникалык Университети тарабынан техникалык илимдердин доктору (кандидаты) илимий даражасын алуу үчүн диссертацияларды коргоо боюнча диссертациялык кеңештин Д 05.23.689 жыйынында өтөт. Дареги: Кыргызстан, 720026, Бишкек шаары, Раззаков көчөсү, 51, корпус №2, конференц зал.

Автореферат таркатылган 2025-жыл «___»____________

Диссертациялык кеңештин окумуштуу
катчысы, т.и.к., доцент У.Т. Керимов

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Диссертациянын темасынын актуалдуулугу. Учурда заманбап жылуулук изоляциялык материалдардын жана жаңы конструктивдик чечимдердин колдонулушу менен имараттардын жылуулук коргоо деңгээлин жогорулатуу маселеси чечилип жатат. Бул машиналык үйрөнүү (ML) колдонулган жылуулук-техникалык эсептөөчү эксперттик системасын иштеп чыгууга алып келди.

Диссертация темасынын илимий программалар менен байланышы. Диссертацияда көрсөтүлгөн изилдөөлөр 2017-2023-жылдары Н. Исанов атындагы Кыргыз инженердик-курулуш институтунда өткөрүлгөн илимий-изилдөө иштеринин алкагында жүргүзүлгөн.

Изилдөөнүн максаты жана милдеттери. Диссертациянын максаты – машиналык үйрөнүүнү (ML) жылуулук-техникалык эсептөөчү эксперттик системада колдонуу аркылуу жылуулук жоготууларын жана энергиянын натыйжалуулугун анализдөөнүн автоматташтырылышын, тактыгын жогорулатууну жана интеллектуалдашууну камсыз кылуу, Кыргыз Республикасынын климаттык шарттарын эске алуу менен жылуулук анализин өркүндөтүү.

Бул максатка жетүү үчүн төмөнкү негизги милдеттер коюлган:

- жылуулук-техникалык эсептөөчү эксперттик системанын моделин иштеп чыгуу, ал U коэффициентин жана Q жылуулук жоготууларын алдын ала эсептөөгө мүмкүндүк берет, кол менен эсептөөнү зарыл кылбайт жана имараттын параметрлерин (материалдар, климат, геометрия) автоматтык түрдө анализдеп, натыйжаларды тезирээк жана так чыгарууну камсыздайт;
- чыныгы өлчөөлөргө негизделген ML-моделин түзүү, ал эсептелген жана реалдуу жылуулук жоготуулардын ортосундагы айырмачылыктарды минималдаштырууга жардам берет;
- регрессиялык модель жана градиенттик бустинг колдонуу менен ML негизинде жылуулук изоляциялык материалдарды тандоочу сунуш берүүчү системаны иштеп чыгуу;
- жылуулук изоляциялык конструкциянын параметрлеринин эсептелген натыйжаларынын эксперименталдык текшерүүсүн өткөрүү.

Изилдөөнүн объектиси – имараттардын жана курулуштардын жылуулук-техникалык эсептөөчү эксперттик системасындагы машиналык үйрөнүү (ML).

Изилдөөнүн предмети – жылуулук-техникалык эсептөөлөрдү оптималдаштыруу, автоматташтыруу жана тактыгын жогорулатуу үчүн машиналык үйрөнүүнүн методдорун колдонуу. Буларга төмөнкүлөр кирет: конструкциялардын жылуулук туруктуулугун аныктоо, материалдардын буу

өткөрүмдүүлүгүн жана аба өткөрүмдүүлүгүн анализдөө, жылуулук жоготууларын жана энергияны керектөөнү алдын ала болжолдоо, энергиянын натыйжалуулугуна таасир этүүчү жашыруун мыйзам ченемдүүлүктөрдү табуу.

Изилдөө ыкмалары – машиналык үйрөнүү ыкмалары (регрессиялык модель, градиенттик бустинг), жылуулук-техникалык эсептөөлөрдүн маалыматтарын иштеп чыгуу, корреляцияларды жана мыйзам ченемдүүлүктөрдү аныктоо, жылуулук-техникалык моделдөө жана климаттык шарттардагы конструкциянын жүрүм-турумун симуляциялоо.

Диссертациялык изилдөөнүн илимий жаңычылыгы төмөнкүдөй:

- Жылуулук-техникалык эсептөөлөрдү жүргүзүүчү эксперттик система иштелип чыкты, ал салттуу ыкмалардан айырмаланып, машиналык үйрөнүү алгоритмдерин колдонуу менен анализ жана болжолдоолорду автоматташтырат.
- Конструкциянын жылуулук туруктуулугун, буу өткөрүмдүүлүгүн жана аба өткөрүмдүүлүгүн баалоо үчүн ML методдору өркүндөтүлдү.
- Энергиянын натыйжалуулугун жогорулатуу максатында курулуш материалдарынын курамын жана конфигурациясын тандоо үчүн ML алгоритми иштелип чыкты.

Алынган натыйжалардын практикалык мааниси. Жылуулук-техникалык эсептөөлөрдүн тактыгын жогорулатуу жана энергияны үнөмдөө максатында эксперттик системанын натыйжалары Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин окуу процессинде колдонулат.

Экономикалык маанилүүлүк. Бул система Кыргыз инженердик-курулуш институтуна киргизилген. Анын ишке ашырылышы жылуулук изоляциялык материалдарды тандоо боюнча чыгымдарды 40% кыскартып, жылдык энергия чыгымдарын 50%га чейин үнөмдөөгө мүмкүндүк берет.

Коргоого сунушталган негизги жоболор:

1. ML колдонулган жылуулук-техникалык эсептөөчү эксперттик система иштелип чыкты.
2. Жылуулук жоготууларын жана энергия керектөөнү алдын ала эсептөөнүн ML методдору өркүндөтүлдү.
3. ML менен жылуулук-техникалык мүнөздөмөлөрдүн жашыруун мыйзам ченемдүүлүктөрү табылды.
4. Жылуулук-техникалык эсептөөлөрдүн тактыгын жогорулатуу үчүн ML модели иштелип чыкты.

Изилдөөчүнүн жекече салымы. Диссертацияда баяндалган негизги натыйжалар автор тарабынан жеке алынган. [4], [5] иштеринде д.т.н. Кутуев М.Д. жана к.т.н. Матозимов Б.С. маселени коюу жана анын чечүү багытын аныктоо, алгоритмдерди иштеп чыгуунун негизинде иш алып барган.

Диссертациялык изилдөөнүн апробацияланышы. Аткарылган иштин негизги натыйжалары эл аралык жана республикалык деңгээлдеги төмөнкү илимий конференцияларда көрсөтүлгөн: "Азиядагы маалыматтык технологиялар: абалы, көйгөйлөрү жана келечеги ITPA-2014" эл аралык илимий-тажрыйбалык конференцияда; "Инновациялык технологиялар жана алдыңкы чечимдер" студенттердин жана жаш окумуштуулардын III-эл аралык аралык илимий-тажрыйбалык конференциясында, 2015-ж.; "Табигый кырсыктарды алдын-ала божомолдоо жана башкарууну өркүндөтүү" эл аралык илимий-тажрыйбалык конференциясында, 2016-ж.; "Калкты жана аймактарды өзгөчө кырдаалдардан коргоонун заманбап маселелери жана өнүгүү жолдору" эл аралык илимий-тажрыйбалык конференциясында, 2016-ж.; "Курулуштагы заманбап трендлер: көйгөйлөр жана аларды чечүү жолдору" эл аралык илимий-тажрыйбалык конференциясында, 2023-ж.

Диссертациянын мазумунун макалаларда толук чагылдырылышы. 9 макала РИНЦ системасында индекстелген, Кыргызпатенттен 1 ЭЭМ үчүн программага, 1 автордук укуктук күбөлүк алынып, 1 усулдук колдонмо иштелип чыккан.

Диссертациянын түзүмү жана көлөмү. Диссертациялык иш киришүү, төрт бөлүм, корутунду, колдонулган булактардын тизмеси жана тиркемелерден турат. Иштин мазмуну 165 бетте баяндалган.

ДИССЕРТАЦИЯНЫН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

Киришүүдө изилдөөнүн актуалдуулугу негизделип, диссертациялык иштин максаттары жана милдеттери аныкталган, анын түзүмү жана практикалык мааниси көрсөтүлгөн.

Биринчи бөлүмдө окумуштуулардын иштери Матозимов Б.С. (2019) тарабынан сунушталган климаттык-ыктымалдык ыкмалардын негизинде сейсмо-жылуулук туруктуулугун комплекстүү эсептөөгө багытталган. Эксперттик система изилдөөнүн негизги маселелерин ишке ашырып, жылуулук техникалык анализди автоматташтырууга мүмкүндүк берет. Ушундай эле иштеп чыгуулар Амир Хосеин, Масуд Тахериюн (2014), М.А. Аль-Джибури жана башкалар (2012), Мухаммад Умайр Салим жана авторлор тобу (2015), ошондой эле Ахмед А. Аль-Сулайман жана кесиптештери (2016) тарабынан жарыяланган макалаларда көрсөтүлгөн. Бул изилдөөлөр эксперттик системалардын имараттарды энергия эффективдүү долбоорлоодогу натыйжалуулугун тастыктайт.

Учурдагы жылуулук техникалык эсептөөгө багытталган эксперттик системаларды талдоо учурунда чет элдик жана россиялык программалык продуктылар каралды. Ар бир көрсөтүлгөн система өзүнүн өзгөчөлүктөрүнө, артыкчылыктарына жана кемчиликтерине ээ болуп, аларды ар кандай

долбоорлоо жана моделдөө тармактарында колдонуунун мүмкүнчүлүгүн аныктайт.

Чет элдик WUFI, THERM жана HEAT2 системалары эсептөөлөрдүн жогорку тактыгын, кеңири функционалдуулугун жана өнүккөн илимий базаны камсыз кылат. Бирок, алар чоң эсептөө ресурстарын талап кылат, даярдыгы жок колдонуучулар үчүн татаал жана көп учурда жогорку баадагы лицензияларга ээ.

Россиялык «ТЕПЛО 3D» жана «Термин» системалары жергиликтүү нормативдик талаптарга ылайыкташтырылган, Autodesk Revit, AutoCAD сыяктуу популярдуу CAD платформалары менен интеграцияланган жана долбоорлоо үчүн ыңгайлуу куралдарды сунуштайт. Бирок, аларды колдонуу дагы кыйын болушу мүмкүн, күчтүү жабдууларды талап кылат жана визуалдаштыруу боюнча чектөөлөргө ээ.

Ошентип, белгилүү бир программалык камсыздоону тандоо эсептөөлөрдүн тактыгына, колдонуу ыңгайлуулугуна, башка инструменттер менен интеграциясына, ошондой эле жеткиликтүүлүгү жана лицензиянын баасына жараша болот. Жылуулук техникалык эсептөөнүн эксперттик системалары өнүгүүнү улантып, имараттардын энергия эффективдүүлүгүн жогорулатууга жардам берген жаңы моделдөө жана анализ жүргүзүү мүмкүнчүлүктөрүн сунуштоодо.

Экинчи бөлүм изилдөөнүн методологиясына арналган жана жылуулук техникалык эсептөөлөрдү автоматташтыруу жана тактыкты жогорулатуу үчүн машиналык үйрөнүү (МҮ) ыкмаларын колдонууга негизделет. Изилдөөдө салттуу эсептөө ыкмалары жана имараттардагы жылуулук жоготууларын талдоо үчүн заманбап МҮ алгоритмдери колдонулат.

Изилдөөнүн этаптары төмөнкүлөрдү камтыйт: предметтик тармакты анализдөө – жылуулук техникалык эсептөөлөрдү, материалдардын жылуулук-физикалык касиеттерин жана имараттардын энергетикалык мүнөздөмөлөрүнө таасир эткен факторлорду изилдөө; маалымат топтомун түзүү – дубалдардын калыңдыгы, жылуулук изоляциясынын коэффициенттери, климаттык шарттар, имараттардын ички жана тышкы температурасы, ошондой эле фактикалык энергия жоготуулары боюнча маалыматтарды чогултуу жана иштеп чыгуу; маалыматтарды алдын ала иштетүү – сандык мүнөздөмөлөрдү нормалдаштыруу, категориялык өзгөрмөлөрдү One-Hot Encoding ыкмасы менен коддоо; МҮ моделдерин тандоо – жөнөкөй байланышты эсептөө үчүн сызыктуу регрессияны, ал эми татаал, сызыктуу эмес өз ара байланыштарды эске алуу үчүн градиенттик бустингди колдонуу; моделдердин сапатын баалоо – тактыкты MSE, R^2 жана кросс-валидация аркылуу талдоо; эксперттик системаны иштеп чыгуу – үйрөтүлгөн моделди эсептөөлөрдү автоматташтыруучу программалык камсыздоого интеграциялоо; валидация

жана тестирлөө – моделдин тактыгын жаңы маалыматтарда текшерүү жана аны салттуу эсептөөлөр менен салыштыруу.

Изилдөө ыкмаларына статистикалык анализ, МҮ ыкмалары, оптималдаштыруу алгоритмдери жана реалдуу жана синтетикалык маалыматтар боюнча тестирлөө кирет.

Сызыктуу регрессия моделин куруу көзкарандысыз өзгөрмөлөр менен көзкаранды өзгөрмөнүн ортосунда сызыктуу байланышты болжолдойт. Модель төмөнкүдөй түрдө берилет:

$$Y=\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \cdots + \beta_n X_n \quad (1)$$

мында:

- Y – көзкаранды өзгөрмө (энергия жоготуулары),
- X_1, X_2, X_3, …, Xn – көзкарандысыз өзгөрмөлөр (дубалдын калыңдыгы, жылуулоо коэффициенти, температура ж.б.),
- β_0, β_1, β_2,…, βn – моделдин коэффициенттери, ар бир өзгөрмөнүн салымын көрсөтөт,

Градиенттик бустинг чечим дарактарынын ырааттуулугун түзөт, анда ар бир кийинки дарак мурунку моделдердин каталарын оңдойт:

$$F_m(X)=F_{m-1}(X)+\gamma \cdot h_m(X) \quad (2)$$

мында:

$F_m(X)$ – учурдагы модель;

$h_m(X)$ – мурунку моделдин каталарына негизделип үйрөтүлгөн жаңы чечим дарагы;

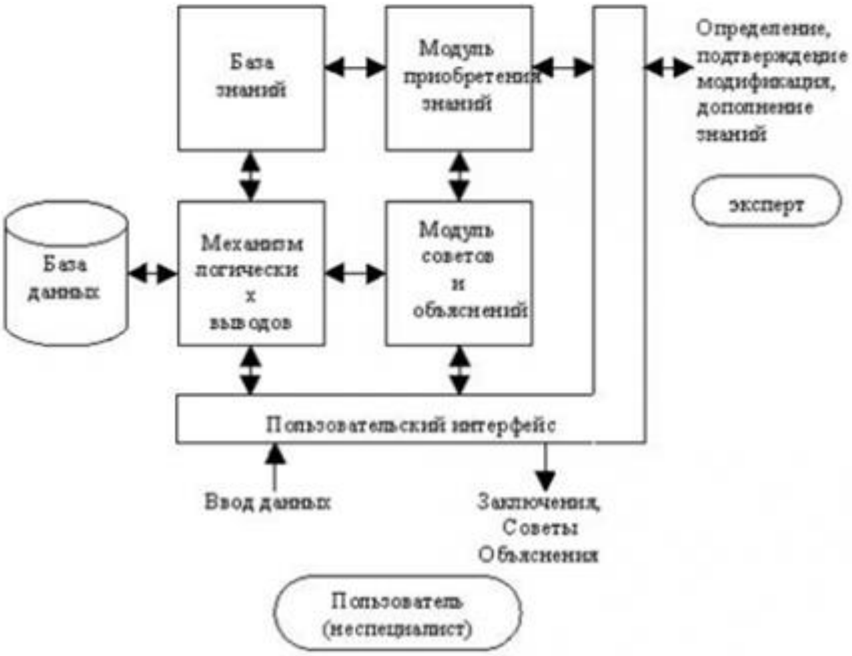
γ – үйрөнүү коэффициенти.

Киргизүү параметтер: конструкциялык параметтер: дубалдын калыңдыгы (м); курулуш материалдарынын тыгыздыгы (кг/м³); жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти (λ, Вт/(м·К)); материалдын буу өткөрүмдүүлүгү (δ, мг/(м·ч·Па)); конструкциянын аба өткөрүмдүүлүгү (Av, кг/(м²·с)); климаттык параметрлер: орточо тышкы температура (Tout, °C); орточо ички температура (Tin, °C); абанын нымдуулугу (H, %).

Градиенттик бустинг конструкциянын кайсы параметрлери жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициентине көбүрөөк таасир этерин аныктоого мүмкүндүк берет (мисалы, материалдын жылуулук өткөрүмдүүлүгү, конструкциянын калыңдыгы, тышкы температура).

Үчүнчү бөлүм курулуш конструкцияларынын жылуулук техникалык эсептөөсүн жүргүзүү боюнча эксперттик системаны иштеп чыгууга арналган. Ал машиналык үйрөнүү моделдерине, тактап айтканда, сызыктуу регрессия жана градиенттик бустинг ыкмаларын колдонууга негизделет. Бул ыкмалар конструкциянын жылуулук техникалык мүнөздөмөлөрүн ар кандай факторлорго жараша божомолдоого мүмкүндүк берет, мисалы: конструкциянын материалдары (дубалдар, терезелер, чатырлар ж.б.),

материалдардын калыңдыгы жана тыгыздыгы, температуралык шарттар (тышкы жана ички температура), энергетикалык натыйжалуулук.



1 - сүрөт- Эксперттик системанын модели.

Эксперттик системанын модели төмөнкүлөрдү камтыйт (1 - сүрөт):

- **Билим базасы** – бул материалдар (касиеттери, жылуулук өткөрүмдүүлүк жана жылуулук берүү коэффициенттери), курулуш элементтери (типтүү конструкциялар), климаттык шарттар (ички жана тышкы температуралар) жөнүндө маалыматтарды камтыйт. Билим базасы эрежелер, фактылар жана эвристикалар түрүндө берилет.
- **Чыгарым механизми** – бул билим базасындагы маалыматтарды колдонуп, курулуш конструкцияларын эсептөө боюнча чечимдерди кабыл алуу жана сунуштарды чыгаруу үчүн иштелип чыккан. Чыгарым механизми логикалык чыгарым жана жылуулук изоляциясынын калыңдыгын эсептөөнүн математикалык модели аркылуу ишке ашырылат.
- **Эсептөө алгоритмдери** – бул жылуулук туруктуулугун, буу өткөрүмдүүлүгүн жана аба өткөрүмдүүлүгүн оптималдуу эсептөө үчүн колдонулат.
- **Сызыктуу регрессия модели** – бул коргоочу конструкциялардын жылуулук техникалык мүнөздөмөлөрүн алдын ала божомолдоо үчүн колдонулат. Бул модель чыныгы жана алдын ала эсептелген маанилердин ортосундагы орточо квадраттык катаны минималдаштырган эң мыкты түз сызык табуу аркылуу ишке ашырылат.
- **Колдонуучу интерфейси** – бул колдонуучу менен система ортосундагы өз ара аракеттенүүнү камсыз кылат жана терезе формалары түрүндө графикалык көрүнүштө ишке ашырылган.

- **Кеңештер жана түшүндүрмөлөр модулу** – бул төмөнкүдөй сунуштарды камтыйт: имараттын эффективдүү жылуулук коргоосун камсыз кылуу үчүн ылайыктуу материалдар менен конструкцияларды тандоо боюнча; энергияны үнөмдөө жана жайлардын комфортун жогорулатуу максатында конструктивдик параметрлерди оптималдаштыруу боюнча, анын ичинде жылуулук изоляциясынын катмарларынын калыңдыгын өзгөртүү боюнча.
- **Билим алуу модулу** – бул жылуулук изоляциясынын оптималдуу калыңдыгы жөнүндө билимдерди камтыйт. Бул билимдер климаттык шарттар, материалдын жылуулук өткөрүмдүүлүк талаптары, коргоочу конструкциялардын түрү жана курамы сыяктуу факторлорду эске алуу менен аныкталат.

Логикалык чыгарым механизми

Бул механизм эксперттик системанын билим базасы үчүн логикалык эрежелерди, шарттарды жана тыянактарды камтыйт:

1. Эгерде дубалдын калыңдыгы 30 смден чоң болуп, жогорку жылуулук өткөрүмдүүлүккө ээ материал колдонулса, анда дубал аркылуу жылуулук жоготуулары жогору болот.

- Шарттар: дубалдын калыңдыгы > 30 см, материалдын жылуулук өткөрүмдүүлүгү жогору.
- Жыйынтык: дубал аркылуу жылуулук жоготуулары жогору.

2. Эгерде тышкы температура ички температурадан төмөн болуп, жылуулук изоляциясы жок болсо, анда коргоочу конструкциялар аркылуу жылуулук жоготуулары олуттуу болот.

- Шарттар: тышкы температура < ички температура, жылуулук изоляциясы жок.
- Жыйынтык: коргоочу конструкциялар аркылуу жылуулук жоготуулары чоң.

3. Эгерде коргоочу конструкциянын жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти жол берилген деңгээлден жогору болсо, анда ал энергияны үнөмдөө стандарттарына жооп бербейт.

- Шарт: жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти > жол берилген деңгээл.
- Жыйынтык: энергияны үнөмдөө стандарттарына жооп бербейт.

4. Эгерде ички абанын нымдуулугу 70%дан жогору болуп, тышкы абанын температурасы ички температурадан төмөн болсо, анда коргоочу конструкциялардын ички бетинде конденсаттын пайда болуу мүмкүнчүлүгү бар.

- Шарттар: ички абанын нымдуулугу > 70%, тышкы температура < ички температура.
- Жыйынтык: коргоочу конструкциялардын ички бетинде конденсаттын пайда болуу мүмкүнчүлүгү бар.

5. Эгерде жылытуу жана кондиционер системалары орнотулган жерлерде күчөтүлгөн жылуулук изоляциясы колдонулса, анда бул аймактардагы жылуулук жоготуулары азаят.

- Шарт: жылытуу жана кондиционер системалары орнотулган жерлерде күчөтүлгөн жылуулук изоляциясы колдонулат.
- Жыйынтык: бул аймактардагы жылуулук жоготуулары азаят.

Жылуулук-техникалык эсептөөлөр боюнча машиналык окутуу эксперттик тутумунун эрежелери

Бул эрежелер билимдерди жана маалыматтарды колдонуу менен имараттардын энергия натыйжалуулугун жогорулатуу максатында жылуулук изоляциясынын оптималдуу параметрлерин жана конструктивдик чечимдерди автоматтык түрдө аныктоого багытталган.

1. Эреже: Материалдын түрүнө жараша жылуулук жоготууларын баалоо

Шарт: эгерде коргоочу конструкциянын (дубал, чатыр, терезе) материалы белгилүү болсо, анда система материалдын жылуулук өткөрүмдүүлүгүнө негизденип, жылуулук жоготууларын эсептөө үчүн тиешелүү параметрлерди тандашы керек.

Аракет: эгерде материал жогорку жылуулук өткөрүмдүүлүккө ээ болсо (мисалы, бетон, кыш), жылуулук жоготуулары көбүрөөк болот; эгерде материал төмөн жылуулук өткөрүмдүүлүккө ээ болсо (мисалы, пенобетон, минералдык вата), жылуулук жоготуулары азыраак болот; эгерде жылуулук жоготуулары жол берилген чектен ашса, кошумча жылуулоо варианттарын сунуштоо.

2. Эреже: Климатка жараша жылуулук изоляциясынын калыңдыгын жөнгө салуу

Шарт: эгерде климаттык аймак кышында суук (температура -10°Сден төмөн) болсо, система жылуулук изоляциясынын калыңдыгын көбөйтүүнү сунушташы керек.

Аракет: суук климатта жылуулук жоготууларын азайтуу үчүн жылуулук изоляциясынын катмары калың болушу керек; орточо климатта стандарттык жылуулук изоляциясы жетиштүү болот.

3. Эреже: Жылуулук жоготууларды эсептөөдө тыгыздык жана жылуулук өткөрүмдүүлүктү эске алуу

Шарт: эгерде дубалдардын жана чатырынын тыгыздыгы жогору болсо, бул жылуулук жоготууларына таасир этет, анткени жогорку тыгыздык адатта жогорку жылуулук өткөрүмдүүлүккө ээ.

Аракет: эгерде материалдын тыгыздыгы жогору болсо (мисалы, кыш же бетон), кошумча жылуулоо чараларын сунуштоо керек; эгерде материалдын тыгыздыгы төмөн болсо (мисалы, пенопласт), пористик сыяктуу кошумча физикалык касиеттерди эске алуу керек, анткени алар жылуулук жоготууларын азайтат.

4. Эреже: Энергия натыйжалуулугун эсептөөдө эксплуатациялык факторлорду эске алуу

Шарт: эгерде имараттын эксплуатациялык режими жылытуу же кондиционерди интенсивдүү колдонууну талап кылса, кошумча жылуулук жоготууларын эске алуу керек.

Аракет:жогорку энергия керектөөчү имараттар (мисалы, кеңсе же өндүрүш жайлары) үчүн натыйжалуу желдетүү жана жылуулоо системаларын сунуштоо; имараттын пайдалануусуна жана аба ырайына жараша жылытууну автоматтык түрдө жөнгө сала турган "акылдуу үй" системасын киргизүүнү сунуштоо.

5. Эреже: Көп кабаттуу имараттарда жылуулук жоготууларын баалоо

Шарт: эгерде имарат көп кабаттуу болсо, система жылуулук жоготууларын кабаттар жана дубалдар аркылуу эсептөөнү эске алышы керек.

Аракет: көп кабаттуу имараттарда, айрыкча кабаттар ортосунда кошумча жылуулоо жок болсо, жылуулук жоготуулары чоң болот; этаждар жана кабат аралык конструкциялар үчүн кошумча жылуулоо катмарларын колдонуу сунушталат.

6. Эреже: Маалыматтар жаңыланганда автоматтык түрдө эсептөөлөрдү тууралоо

Шарт: эгерде климаттык маалыматтар же жаңы курулуш материалдары жаңыланса, система жылуулук-техникалык параметрлерди кайра эсептеши керек.

Аракет: климаттык маалыматтар же жаңы жылуулоо материалдары пайда болгондо, жылуулук жоготууларын азайтуу үчүн эсептөөлөрдү кайра карап чыгуу; жаңы маалыматтардын негизинде эреже жана сунуштарды автоматтык түрдө оңдоо үчүн машиналык окутууну колдонуу.

Бул эрежелер машиналык окутуу жана маалыматтарды талдоо негизинде иштелип чыккан эксперттик системанын негизин түзөт. Система курулуш материалдары, климаттык шарттар жана имараттардын эксплуатациялык режимдери жөнүндө маалыматтарды иштеп чыгып, жылуулук-техникалык эсептөөлөрдү автоматташтырат. Бул ыкма энергия натыйжалуулугун жогорулатууга жана жылуулук жоготууларын минималдаштырууга жардам берет.

Машиналык окутуу жана сызыктуу регрессия ыкмасы колдонулган жылуулук-техникалык эсептөөлөрдүн класстар диаграммасы

Сызыктуу регрессия моделинин негизги класстары:

1. LinearRegression – бул класс сызыктуу регрессияны үйрөнүү жана божомолдоо үчүн колдонулат. Ал маалыматтарды сактоо үчүн атрибуттарга ээ (features, target).

2. BuildingElement – бул класс коргоочу конструкциянын (материал катмары) моделин берет жана анын төмөнкү мүнөздөмөлөрүн камтыйт: материал түрү, калыңдыгы, жылуулук өткөрүмдүүлүгү, термикалык каршылыгы. Ошондой эле calculate_U() методун камтыйт, ал конструкциянын жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициентин эсептөө үчүн колдонулат.
3. HeatLossCalculator – бул класс жылуулук жоготууларын эсептөө үчүн колдонулат. Ал BuildingElement объектисин, аянтты жана температуралардын айырмасын колдонуп, жылуулук жоготууларын эсептейт.

Класстардын өз ара байланышы:

- LinearRegression курулуш материалдарынын (мисалы, жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти) мүнөздөмөлөрүн божомолдоо үчүн колдонулат.
- BuildingElement коргоочу конструкциянын элементин билдирет.
- HeatLossCalculator коргоочу конструкция аркылуу жылуулук жоготууларын эсептөө үчүн колдонулат.

Эксперттик система UML диаграммалары түрүндө көрсөтүлөт.

Класстар диаграммасы төмөнкү элементтерди камтыйт (2- сүрөт):

- ограждаган конструкция классы – конструкциянын тибин аныктайт.
- материал классы – жылуулоо материалы жана анын белгисиздик шартындагы калыңдыгы, жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти.
- параметрлер классы – климаттык шарттар.
- жылуулук-техникалык эсеп классы – жылуулук туруктуулук, буу өткөрүмдүүлүк жана аба өткөрүмдүүлүк боюнча эсептөөлөрдү жүргүзөт жана параметрлердин тууралыгын текшерет.
- эсептөөлөрдүн жыйынтыктары классы – чыгыш маалыматтарын көрсөтүү.

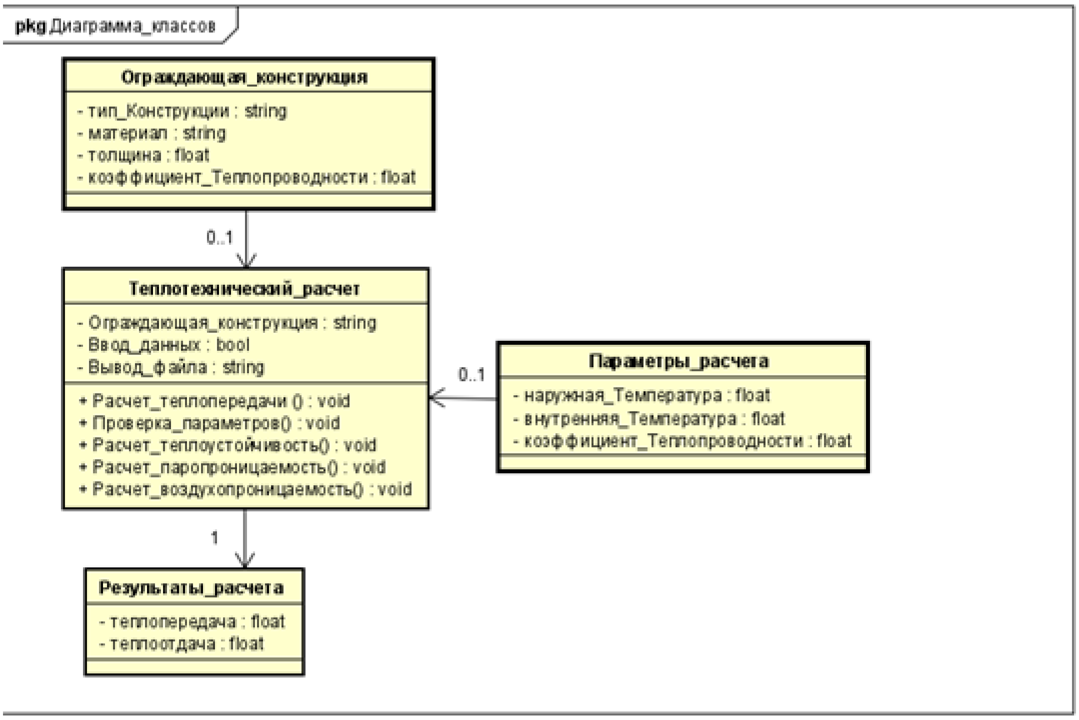
Бул моделдерди колдонуу менен эксперттик система курулуш материалдарынын энергия натыйжалуулугун баалоо жана жылуулук-техникалык эсептөөлөрдү жүргүзүү үчүн машиналык окутууну жана аналитикалык ыкмаларды колдонот.

Төртүнчү бөлүм: Эксперименттик изилдөө

Имарат ичиндеги микроклиматты түзүү маселелери Имарат ичиндеги микроклиматтын шарттары түзүлүүчү ограждама конструкциялардын (дубал, пол, чатыр ж.б.) мүнөздөмөлөрүнө жана микроклиматты сактоо ыкмаларына түздөн-түз байланыштуу.

Ограждама конструкциялардын жылуулукту кармоо жөндөмдүүлүгү – имараттын жылуулук барьеринин натыйжалуулугун аныктайт. Бул – муздак аба, күн нуру жана шамалдын киришин чектеген маанилүү фактор. Жылуулук техникалык жактан натыйжалуу чечимдер бир гана комплекстүү ыкманын негизинде ишке ашырылат. Бул ыкма:жайдын ичинде жылуулук

жоготууларды жана кышында жылуулук чыгымдарын азайтууну, энергияны үнөмдөөнү жана жылуулук комфортун камсыздоону максат кылат.



2-сүрөт- Класстар диаграммасы.

Азыркы учурда Кыргызстандын имараттарын жылытууга кеткен энергиялык чыгымдар 40% га чейин көмүр жана газ түрүндөгү отундан алынып жатат. Технологиялык жактан өнүккөн жылуулук изоляциялык ыкмалар бул чыгымдарды кыйла кыскартууга мүмкүндүк берет.

Бул изилдөө Кыргызстандын ар кандай климаттык аймактарында курулуп жаткан имараттардын жылуулук техникалык сапаттарын изилдөө жана энергияны үнөмдөөчү оптималдуу ограждама конструкцияларды тандоо максатын көздөйт. Имараттын максатына, климаттык шарттарына жана санитардык-техникалык талаптарга жараша жылуулук изоляциясынын мыкты вариантын иштеп чыгуу маанилүү.

Имараттын ичиндеги комфорт төмөнкү факторлордон көз каранды:

- ички абанын температурасы: 20°C – 22°C оптималдуу;
- дубалдын жана конструкциялардын ички беттеринин температурасы: 16°C – 18°C, эгер андан төмөн болсо, сквозняк эффектиси пайда болот;
- абаны салыштырмалуу нымдуулугу: 50% – 60% нормалдуу, <40% – кургак аба, адамдын былжыр челинин кургашына алып келет; >60% – өтө нымдуу, "жабык" климатты жаратат.

Өнүккөн алгоритм сунушталат:

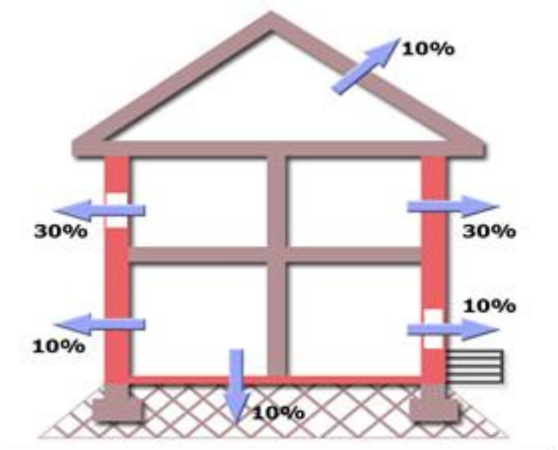
- талап кылынган жылуулук изоляциясынын калыңдыгын эсептөө;

- конструкциялардын эксплуатациялык шарттарына жараша жылуулук өткөрүмдүүлүк каршылыгын аныктоо;
- тиешелүү теңдемелерди түзүү жана алар аркылуу дубалдын жылуулук изоляциясынын оптималдуу калыңдыгын эсептөө

Имараттын жылуулук изоляциясынын өзгөчөлүктөрү

Турак үйлөрдүн эксплуатациялык жүрүмүндө жылуулук жоготуулары төмөнкүдөй бөлүштүрүлөт: дубалдар аркылуу – 40%, терезелер – 18%, подвал – 10%, чатыр (покрытие) – 18%, вентиляция – 14%.

Турак үйлөрдүн жылуулук жоготуулары белгилүү бир схема боюнча жүрөт (3- сүрөт).



3- сүрөт - Имараттан жылуулук жоготууларынын схемасы.

Жылуулук жоготууларын азайтуу үчүн комплекстүү ыкма керек: заманбап жылуулук изоляциялык материалдарды колдонуу; инженердик системаларды (вентиляция, жылуулук камсыздоо) модернизациялоо.

Энергиялык натыйжалуулукка жетишүүнүн негизги ыкмалары: ограждама конструкциялардын жылуулук натыйжалуулугун жогорулатуу (дубалдар, чатырлар, терезелердин жылуулук кармоо жөндөмдүүлүгүн жогорулатуу). Жылытуу жана жылуулук камсыздоо системаларынын башкарылышын өркүндөтүү (энергияны керектөөнү автоматтык түрдө жөнгө салуу). Борборлоштурулган жылытуу системаларынын ордуна альтернативалуу жылуулук камсыздоо тутумдарын киргизүү (күн панелдери, жылуулук насостору ж.б.). Жайларда механикалык вентиляцияны киргизүү, анын ичинде жылуулукту кайтарган рекуперация системалары менен жабдуу.

Имараттардын жылуулук жоготууларын азайтуунун эки негизги багыты бар: мурда курулган имараттарды реконструкциялоо жана аларды жаңы нормаларга ылайык келтирүү; жаңы заманбап, энергияны үнөмдөөчү "энергоэффективдүү үйлөрдү" долбоорлоо жана куруу.

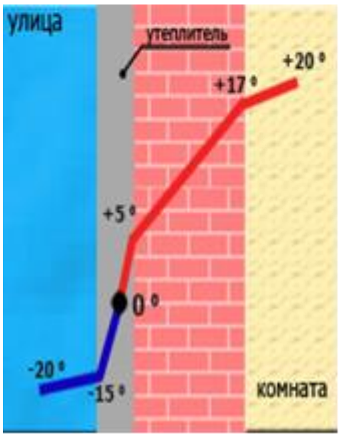
Жылуулук жоготууларын 40%га чейин кыскартуу мүмкүн, бул эски нормалар боюнча курулган имараттарга салыштырмалуу энергияны кыйла үнөмдөөгө шарт түзөт.

Талаа изилдөөлөрүнүн жыйынтыгы көрсөткөндөй, жылуулук изоляциясын жаңыртууга кеткен чыгымдар 10-15 жылдын ичинде өзүн актайт. Сырткы жылуулук изоляциясы – оптималдуу чечим (4- сүрөт):

- Дубалдын ички бети туруктуу температурада калат, жылуулук сакталат
- "Шүүдүрүм чекити" (точка росы) тышкы жылуулоо катмарына чыгат, ошондуктан дубалдын ичинен ным топтолбойт жана көгөрүү пайда болбойт
- Жылуулук жоготуулар кыйла кыскарат

"Точка росы" – бул белгилүү бир аба температурасы. Эгерде аба ушул чекке чейин муздаса, анда анын ичинде болгон суу буусу конденсацияланып, тамчылар (роса) пайда болот. Эгерде "шүүдүрүм чекити" дубалдын ичинде жайгашса, анда дубалдын ичине суу топтолуп, нымдуулук пайда болот. Бул көгөрүүгө жана имараттын бузулушуна алып келет.

Ошондуктан жылуулоо катмарын сыртка жайгаштыруу – эн жакшы чечим, ал дубалды ным топтолуудан коргойт жана анын жылуулук сактоо касиеттерин жогорулатат.



4 - сүрөт – Дубалдарды сырттан жылуулоо

Тосмо курулуштардын жылуулук-техникалык эсептөө алгоритми жылуулоо материалдарынын калыңдыгы белгисиз шарттарда

1. Баштапкы маалыматтарды аныктоо

- Курулуш аймагынын климаттык параметрлерин тандоо (сырткы абанын температурасы, жылытуу мезгилинин узактыгы, нымдуулук).

- Ички микроклиматтын параметрлерин аныктоо (аба температурасы, салыштырмалуу нымдуулук), тосмо конструкциялар үчүн материалдарды жана алардын жылуулук техникалык мүнөздөмөлөрүн тандоо (жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти, тыгыздык, жылуулук сыйымдуулугу).

2. Конструкциянын катмарларынын термикалык каршылыгын эсептөө

- Ар бир катмар үчүн термикалык каршылыкты эсептөө:

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i} \qquad (3)$$

мында: R_i- катмар каршылыгы ... ар калыңдыгы, λi - жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти.

- Конструкциянын жалпы термикалык каршылыгын аныктоо:

$$R_{\text{общ}} = \sum R_i \qquad (4)$$

3. Жылуулук өтк... аныктоо

- Жылуулук өткөрүү коэффициенти төмөнкү формула менен эсептелет:

$$U = \frac{1}{R_{\text{общ}}} \qquad (5)$$

мында: U- жылуулук өткөрүү ... .

4. Тосмо конструкция аркылуу жылуулук жоготууну эсептөө

- Жылуулук агымын аныктоо:

$$Q=U \cdot A \cdot \Delta T \qquad (6)$$

мында: A - тосмо конструкциянын аянты, ΔT - ички жана сырткы абанын температуралар айырмасы.

5. Керектүү жылуулоо катмарынын калыңдыгын аныктоо

- Эгер жылуулоочу катмардын калыңдыгы белгисиз болсо, анын мааниси талап кылынган жылуулук каршылыгына жараша эсептелет:

$$d_{\text{иск}}=R_{\text{тр}} \cdot \lambda_{\text{утеплителя}} \qquad (7)$$

мында: $d_{\text{иск}}$ - керектүү жылуулоо катмарынын калыңдыгы.

6. Натыйжаларды талдоо жана параметрлерди оңдоо

- Алынган маанилерди нормативдик талаптар менен салыштыруу.
- Керектүү учурда жылуулоочу катмардын калыңдыгын өзгөртүү.
- Энергия үнөмдөө жана экономикалык натыйжалуулугун баалоо.

Тосмо конструкцияларынын жылуулук техникалык эсептөөсүнүн жыйынтыктарынын тактыгын эксперименталдык текшерүү үчүн тиешелүү жабдуулар колдонулуп, системалуу ыкма колдонулду.

Эксперименттик процесс этаптары:

- тосмо конструкциялардын жылуулук техникалык эсептөөсү үчүн эксперименттик үлгүлөрдү тандоо.
- байкоо жүргүзүлүүчү шарттарда сыноолорду өткөрүү.
- температура градиенттерин термопарлар менен өлчөө.

Алынган натыйжаларды жылуулук техникалык эсептөөнүн жыйынтыктары менен салыштыруу.

- жыйынтыктарды талдоо жана интерпретациялоо.
- корутунду жана сунуштарды иштеп чыгуу.

Эксперименттик үлгүлөрдү тандоо критерийлери:

- Өкүлчүлүк мүнөзү – тандалган үлгүлөр жылуулоо материалынын тибин, тыгыздыгын жана калыңдыгын камтышы керек;
- Стандартизация – үлгүлөр жылуулоо жана энергияны үнөмдөө боюнча стандарттарга жана нормативдерге шайкеш келиши керек;
- Өлчөмдөр – үлгүлөр талап кылынган параметрлерге ылайык келиши керек;
- Коопсуздук – отко туруктуулук жана материалдын ишенимдүүлүгү камсыздалышы керек.

Байкоо жүргүзүлүүчү шарттарда сыноолор атайын тесттик платформада жүргүзүлүп, анда температура жана нымдуулук деңгээли көзөмөлдөнгөн.

Жылуулук жоготууларынын коэффициентке жана жылуулоо калыңдыгына болгон көз карандылыгын өркүндөтүлгөн эсептөө алгоритми

Жылуулук жоготууларына изоляциянын калыңдыгынын өзгөрүүлөрү кандай таасир этерин моделдөө үчүн жылуулоо калыңдыгынын белгилүү диапазон ичинде кокусунан өзгөрүү ыкмасы колдонулат. Бул ыкма жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициентинин (λ) ар бир мааниси үчүн жылуулоо калыңдыгынын кокустук өзгөрүүлөрүн эске алат. Ал долбоорлоодогу так эместиктерди, өндүрүштүк каталардын таасирин жана сырткы факторлордун өзгөрүүлөрүн моделдөөгө жардам берет.

1. Жылуулук жоготууларынын математикалык модели

Жылуулук жоготуулар төмөнкү формула менен эсептелет:

$$Q=S\cdot(T_1-T_2)/R \qquad (8)$$

мында:

Q - жылуулук жоготуулар (Вт),

S - тосмо конструкциянын аянты ($м^2$),

T_1 жана T_2 - ички жана тышкы температуралар (°C),

R- жылуулук каршылыгы, ал жылуулоо материалынын калыңдыгына жана жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициентине жараша аныкталат:

$$R=d/\lambda \qquad (9)$$

мында:

d – жылуулоо катмарынын калыңдыгы (м),

λ\ – материалдын жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти (Вт/м·°C).

Ошентип, жылуулук жоготууларды төмөнкүчө жазууга болот:

$$Q=S\cdot(T_1-T_2)\cdot\lambda/d \qquad (10)$$

2. Жылуулоо калыңдыгынын так эместигин моделдөө

Курулуш жана эксплуатация процессинде жылуулоо катмарынын калыңдыгы ар кандай себептерден улам өзгөрүшү мүмкүн:өндүрүштүк каталар, орнотуу талаптары, климаттык факторлор.

Ошондуктан, жылуулоо калыңдыгы кокусунан өзгөрүшү мүмкүн деп эсептелет.

3. Өркүндөтүлгөн алгоритм

1- Кадам: Жылуулоо калыңдыгынын диапазонун аныктоо

Жылуулоо катмарынын минималдуу жана максималдуу калыңдыгы тандалат, мисалы: dмин=0.05м,dмакс=0.15м бул маанилер имараттын түрүнө жана колдонулган материалга жараша тандалат.

2- Кадам: Жылуулоо калыңдыгы үчүн кокустук маанилерди генерациялоо

Калыңдык берилген диапазондо кокусунан тандалат:

$$d_i=d_{min}+(d_{max}-d_{min})\cdot rand(0,1) \qquad (11)$$

мында rand(0,1) – 0 менен 1 ортосундагы кокусунан тандалган сан.

3- Кадам: Ар бир калыңдык үчүн жылуулук жоготууларды эсептөө

Ар бир кокусунан алынган did_i мааниси үчүн жылуулук жоготууларды эсептейбиз:

$$Qi=S\cdot(T_1-T_2)\cdot\lambda/d_i \qquad (12)$$

4- Кадам: Статистикалык анализ жүргүзүү

Бир нече d мааниси үчүн эсептөөлөр жүргүзүлүп, төмөнкү статистикалык параметрлер аныкталат: орточо жылуулук жоготуу, дисперсия жана стандарттык четтөө, жылуулук жоготууларынын ишенимдүү интервалдарын аныктоо

5- Кадам: Натыйжалардын анализи

Ар кандай жылуулоо калыңдыктары үчүн жылуулук жоготууларынын өзгөрүшү бааланат. Жылуулоо калыңдыгынын так эместиги жылуулук жоготууларга кандай таасир этери аныкталат.

4. Мисал

Берилгендер: тосмо аянты: $S=50м^2S = 50м^2$, ички температура: T_1=22°C, сырткы температура: $T_2=-10°$ C, жылуулоо материалынын жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти: λ=0.1 Вт, жылуулоо калыңдыгынын диапазону: $d_{мин}$=0.05м, $d_{макс}$=0.15м

5. Бул ыкманын артыкчылыктары:

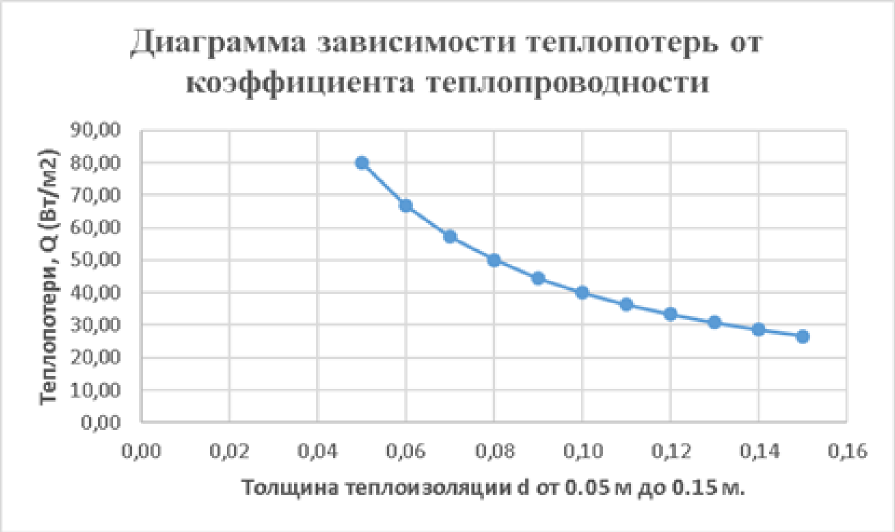
- реалдуулук – реалдуу шарттардагы өзгөрүүлөрдү эске алуу.
- ийкемдүүлүк – ар кандай материалдар жана конструкциялар үчүн колдонууга болот.
- тобокелдиктерди баалоо – статистикалык анализ менен жылуулук жоготууларынын күтүлбөгөн өзгөрүүлөрүнө даярдык көрүү.

Бул ыкма энергияны үнөмдүү жана эффективдүү долбоорлоо үчүн чечим кабыл алууну жакшыртат.

1 – таблица - Жылуулук жоготууларынын мааниси

Жылуулук изоляциясынын калыңдыгы, d (м)	**Жылуулук жоготуулары, Q (Вт/м^2)**
0,05	80,00
0,06	66,67
0,07	57,14
0,08	50,00
0,09	44,44
0,10	40,00
0,11	36,36
0,12	33,33
0,13	30,77
0,14	28,57
0,15	26,67

Интерпретация:
- минималдуу калыңдык d_{min}=0.05 м болгондо, жылуулук жоготуулары эң жогору болот, анткени жылуулук өткөрүүгө каршылык аз;
- максималдуу калыңдык d_{max}=0.15 м болгондо, жылуулук жоготуулары эң аз болот, анткени жылуулук өткөрүүгө каршылык жогору;
- жылуулук жоготууларынын стандарттык четтөөсү: 14,22 Вт/м^2.



4 - сүрөт - Жылуулук жоготууларынын жылуулук өткөргүчтүк коэффициентинен көз карандылыгынын диаграммасы

Бул диаграмма жылуулук жоготууларынын (Q) жылуулук өткөргүчтүк коэффициентине (λ) көз карандылыгын көрсөтөт. Коэффициент жогорулаган сайын жылуулук жоготуулары да көбөйөт, анткени материалдын жылуулук

өткөрүү жөндөмдүүлүгү жакшырат. Тескерисинче, жылуулук өткөргүчтүк коэффициенти азайганда, жылуулук жоготуулары төмөндөйт, анткени материал жакшыраак жылуулук изоляциясын камсыздайт.

Диаграмма жылуулук изоляциясынын натыйжалуулугун баалоого жана оптималдуу материалды тандоого жардам берет.

Машиналык үйрөнүүнүн жыйынтыктарын интерпретациялоо

1. Моделдин тактыгын баалоо

- Орточо абсолюттук ката (MAE) – модель божомолдоодо орточо канча ката кетирерин көрсөтө;
- Орточо квадраттык ката (MSE) – модель божомолдору реалдуу маанилерден канчалык алыс экенин баалоого жардам берет;
- Детерминация коэффициенти (R^2) – моделдин көзкаранды өзгөрмөлөрдүн өзгөрүшүн кандай деңгээлде түшүндүрө аларын көрсөтөт. R^2 1ге канчалык жакын болсо, модель ошончолук жакшы;

2. Жыйынтыктарды интерпретациялоо

- Линейдик модель жылуулук техникалык мүнөздөмөлөрдү эсептөөдө ар бир фактордун маанилүүлүгүн анализдөөгө мүмкүндүк берет;
- Ар бир фактордун коэффициенти анын жылуулук жоготууларына же жылуулук өткөрүүгө тийгизген таасирин көрсөтөт. Эгерде изоляциянын калыңдыгынын коэффициенти оң болсо, анда анын жогорулашы жылуулук жоготууларын азайтат;
- Градиенттик бустинг ар кандай факторлордун маанилүүлүгүн баалоого мүмкүндүк берет. Эгерде материалдын жылуулук өткөргүчтүгү маанилүү факторлордун бири болсо, анда жылуулук жоготууларына эң чоң таасир тийгизген параметр тосмо конструкциялардын материалы болот;
- Маанилүү факторлор – изоляциянын калыңдыгы жана климаттык шарттар эң чоң таасир этет, ал эми материалдын түрү азыраак мааниге ээ.

3. Жашыруун мыйзам ченемдүүлүктөрдү аныктоо

Машиналык үйрөнүү моделдери салттуу ыкмалар менен табуу кыйын болгон жашыруун байланыштарды аныктай алат. Алардын жардамы менен төмөнкүдөй тыянактар чыгарылат: суук климатта жылуулук изоляциясынын калыңдыгын 150 ммге чейин көбөйтүү жылуулук жоготууларын кыйла азайтат, бирок андан ары жогорулатуу олуттуу натыйжа бербейт; температуранын өзгөрүшү жана нымдуулук тосмо конструкциялар аркылуу жылуулуктун өтүшүнө таасир этет, бул факторлорду так эсептөө зарыл.

4. Болжолдоо жана адаптация

Машиналык үйрөнүү моделдери учурдагы маалыматтарды анализдеп гана тим болбостон, болочок өзгөрүүлөрдү да алдын ала эсептей алат: эгерде аймактагы климаттык шарттар өзгөрсө, система жылуулук изоляциясы үчүн натыйжалуураак чечимдерди сунуштайт; эгерде жаңы курулуш материалдары

пайда болсо, модель тез эле аларды эске алып, оптималдуу варианттарды сунуштайт.

2 – таблица - Линейдик регрессия менен градиенттик бустингдин салыштырмалуу анализи

Параметр	Линейдик регрессия (Жыйынтык)	Градиенттик бустинг (Жыйынтык)	Эскертүүлөр
Изоляциянын калыңдыгы (мм)	100	100	Экөөндө тең изоляциянын калыңдыгы бирдей берилген
Материалдын түрү (класс)	Бетон дубал	Бетон дубал	Экөө тең бирдей материалды колдонууга негизделген
Сырткы температура (°C)	-10	-10	Экөөндө тең сырткы температура бирдей
Жылуулук жоготуулары (Вт/м²)	40,0	38,5	Линейдик регрессия чоңураак маани берет, ал эми градиенттик бустинг такыраак божомол кылат
Энергия керектөө (кВт·ч/м²)	10,5	10,2	Градиенттик бустинг колдонгондо энергия керектөө бир аз азаят
Ички температура (°C)	22	22	Экөө тең бирдей ички температураны камсыз кылат
Нымдуулук (аба нымдуулугу)	60%	60%	Аба нымдуулугу экөөндө тең бирдей
Жалпы жылуулук өткөрүү (Вт/м²)	0,45	0,43	Градиенттик бустинг жылуулук өткөрүүнүн такыраак маанисин сунуштайт, анткени ал татаалыраак байланыштарды эске алат
Детерминация коэффициенти (R^2)	0,92	0,98	Градиенттик бустингдин R^2 мааниси жогору, бул тактыкты жогорулатат
Орточо абсолюттук ката (MAE)	2,5	1,8	Градиенттик бустингдин катасы азыраак, демек, анын тактыгы жогору
Окутуу убактысы (сек)	0,5	3,0	Градиенттик бустингдин модели татаал болгондуктан, окутуу

			убактысы узагыраак
Болжолдоо убактысы (сек)	0,05	0,1	Градиенттик бустинг линейдик регрессияга караганда бир аз көбүрөөк убакыт талап кылат

ДИССЕРТАЦИЯНЫН ЖЫЙЫНТЫКТАРЫ

1. Жылуулук техникалык эсептөөнүн эксперттик модели иштелип чыкты, ал жылуулук жоготууларын (Q) алдын ала болжолдойт. Бул система кириш параметрлерин (материалдар, климат) автоматтык түрдө талдап, эсептөөлөрдү ылдамыраак жана так аткарууга мүмкүндүк берет.
2. Чыныгы өлчөөлөрдүн негизинде үйрөтүлгөн ML-модели түзүлдү, бул жылуулук техникалык эсептөөлөрдүн негизинде жашыруун мыйзам ченемдүүлүктөрдү аныктоого жардам берет.
3. ML негизинде жылуулук изоляциялык материалдарды тандоо боюнча сунуштоочу система иштелип чыкты, ал регрессиялык модель жана градиенттик бустингди колдонуу менен иштейт.
4. Жылуулук изоляциялык конструкциянын параметрлерин эсептөөнүн жыйынтыктары боюнча эксперименттик текшерүү жүргүзүлдү.

ПРАКТИКАЛЫК СУНУШТАР

Машиналык үйрөнүү (МҮ) ыкмаларын колдонуу менен иштелип чыккан имараттардын ограждаган конструкцияларынын жылуулук техникалык эсептөөлөрүнүн эксперттик системасы төмөнкү сунуштарды камтыйт:

1. Ограждаган конструкцияларды долбоорлоону оптималдаштыруу – система материалдарды жана конструкция параметрлерин натыйжалуу тандоого мүмкүндүк берип, максималдуу энергия эффективдүүлүгүн жана нормативдерге шайкештикти камсыздайт.
2. Климаттык факторлорду эске алуу жана жылуулук жоготууларын божомолдоо – система климаттык шарттар боюнча маалыматтарды интеграциялап, ар кандай аймактарда жана өзгөрүлмөлүү климаттык шарттарда жылуулук жоготууларын так эсептөөгө мүмкүндүк берет.
3. Реконструкция жана модернизацияда колдонуу – эксперттик система учурдагы ограждаган конструкцияларды оптималдаштырууга жардам берип, энергия эффективдүүлүк жана узак мөөнөттүү туруктуулук талаптарын эске алат.
4. Билим берүү жана илимий изилдөөлөрдө колдонуу – система курулуш жана энергетика тармагындагы студенттерди жана адистерди окутуу үчүн пайдалуу инструмент болуп, ошондой эле имараттардын жылуулук-физикасы жана долбоорлоосу боюнча илимий изилдөөлөрдү жүргүзүүгө мүмкүндүк берет.

ЖАРЫЯЛАНГАН МАКАЛАЛАРДЫН ТИЗМЕСИ

1. **Супибекова А.К.** Анализ применения Jsp и Asp.net при разработке программного обеспечения информационной системы [Текст] / А.К. Супибекова, А.А. Тороев // Бишкек: Вестник КГУСТА им. Н Исанова, Вып. 2 (44)., 2014.- С. 76-82. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – Кирүү режими: https://elibrary.ru/item.asp?id=24325002
2. **Супибекова А.К.** Основные приоритеты использования Microsoft Ado.net для обращения к реляционным базам данных [Текст] / Супибекова А.К., Тороев А.А. Камбарова Н.К. // Бишкек: Вестник КГУСТА им. Н Исанова, Вып. 2 (44)., 2014.- С. 86-89. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – Кирүү режими: https://elibrary.ru/item.asp?id=24325004
3. **Супибекова А.К.** Теплотехнический расчет ограждающих конструкций зданий [Текст] / Супибекова А.К., Каримбаев Т.Т., Бектурова А.К. // Бишкек: Вестник КГУСТА им. Н Исанова, Вып. 2 (44)., 2014.- С. 171-175. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – Кирүү режими: https://elibrary.ru/item.asp?id=24325025
4. **Супибекова А.К.** Исследование теплозащитных качеств наружной стены зданий в натурных условиях [Текст] / Супибекова А.К., Кутуев М.Д., Матозимов Б.С. // Научный и информационный журнал. Материаловедение, Международный университет инновационных технологий, №2/2015 (9) - С. 260-262. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – Кирүү режими: https://elibrary.ru/item.asp?id=42981630
5. **Супибекова А.К.** Компьютерный анализ основных задач строительной теплотехники [Текст] / Супибекова А.К., Кутуев М.Д., Матозимов Б.С.// Наука и инновационные технологии Международный университет инновационных технологий, №1/2016 (1) - С. 261-264. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – Кирүү режими: https://elibrary.ru/item.asp?id=27444166
6. **Супибекова А.К.** Экспертная система теплотехнического расчета ограждающих конструкций [Текст] / Супибекова А.К. // Научный журнал Международного университета Ала-Тоо «Alatoo Academic Studies», 2023, Том 23, Выпуск 2 - С. 494-504. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – Кирүү режими: https://elibrary.ru/item.asp?id=54151692
7. **Супибекова А.К.** Сравнительный анализ экспертных систем теплотехнического расчета ограждающих конструкций [Текст] / Супибекова А.К. // Известия вузов Кыргызстана, №2, 2023 - С. 27-30. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – Кирүү режими: https://elibrary.ru/item.asp?id=54762589
8. **Супибекова А.К.** Экспертная система тепловой защиты зданий в климатических условиях Кыргызской Республики [Текст] / Супибекова А.К.// Известия вузов Кыргызстана, №2, 2023 - С. 31-34. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – Кирүү режими: https://elibrary.ru/item.asp?id=54762591
9. **Супибекова А.К.** Использование экспертной системы теплотехнического

расчета ограждающих конструкций [Текст] / Супибекова А.К., Кутуев М.Д., Муканбет кызы Эркинай // Научный журнал «Известия КГТУ им. И.Раззакова» Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззаков, 2023 - С. 1666-1672. – Ошол эле: [Электрондук ресурс]. – Кирүү режими: https://elibrary.ru/item.asp?id=58483416

Супибекова Алтынай Казакбаевнанын 05.13.16 - илимий изилдөөлөрдө эсептөө техникасын, математикалык моделдөө жана методдорду колдонуу(тармактар боюнча) адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын изденип алуу үчүн жазылган «Кыргыз Республикасынын климаттык шарттарында имараттардын жылуулугун коргоо үчүн маалыматтык системаны иштеп чыгуу» деген темадагы диссертациясынын

РЕЗЮМЕСИ

Негизги сөздөр: Маалыматтык система, машиналык үйрөнүү, сызыктуу регрессия, градиенттик бустинг, маалымат базасы, баалоо, анализ, класстар диаграммасы, логикалык чыгаруу механизми, эксперттик корутунду, жылуулук өткөрүмдүүлүк, жылуулук изоляциясы, экономикалык натыйжалуулук.

Изилдөөнүн объектиси – имараттардын жана курулуштардын ограждама конструкцияларынын жылуулук-техникалык эсебинде машиналык үйрөнүүнүн (ML) колдонулушу.

Изилдөөнүн предмети – машиналык үйрөнүү ыкмаларын колдонуу аркылуу жылуулук-техникалык эсептөөлөрдү оптималдаштыруу, автоматташтыруу жана тактыгын жогорулатуу. Бул эсептөөлөр төмөнкү багыттарды камтыйт: конструкциялардын жылуулук туруктуулугун аныктоо; материалдардын буу өткөрүмдүүлүгү жана аба өткөрүмдүүлүгү боюнча анализ жүргүзүү; имараттардын жылуулук жоготуулары жана энергия керектөөсүн болжолдоо; энергия натыйжалуулугуна таасир этүүчү жашыруун мыйзам ченемдүүлүктөрдү аныктоо.

Изилдөөнүн ыкмалары- сызыктуу регрессия жана градиенттик бустинг колдонуу менен машиналык үйрөнүү; жылуулук-техникалык эсептөөлөрдүн маалыматтарын иштеп чыгуу аркылуу корреляцияларды жана мыйзам ченемдүүлүктөрдү аныктоо; ар кандай климаттык шарттарда конструкциялардын жүрүм-турумун моделдөө жана симуляциялоо.

Изилдөөнүн максаты – Кыргыз Республикасынын климаттык шарттарын эске алуу менен имараттардын энергия натыйжалуулугун жогорулатуу үчүн жылуулук жоготууларын жана жылуулук өткөрүмдүүлүгүн анализдөө процессин автоматташтыруу жана тактыгын жогорулатуу максатында жылуулук-техникалык эсептөө боюнча эксперттик система аркылуу машиналык үйрөнүүнү (ML) колдонуу.

Алынган жыйынтыктар жана алардын илимий жаңылыктары:

- Жылуулук-техникалык эсептөөлөр үчүн машиналык үйрөнүү (ML) негизинде иштелип чыккан эксперттик система салттуу ыкмалардан айырмаланып, ML алгоритмдерин колдонуп, конструкциялардын жылуулук мүнөздөмөлөрүн

автоматташтырылган түрдө анализдеп жана божомолдойт. Ал ошондой эле материалдарды жана конструкциялык чечимдерди оптималдаштыруу үчүн жасалма интеллектти пайдаланат.

- ML ыкмалары жылуулук туруктуулугун, буу өткөрүмдүүлүгүн жана аба өткөрүмдүүлүгүн баалоо үчүн өркүндөтүлдү, бул конструкция параметрлери, климаттык шарттар жана эксплуатациялык өзгөчөлүктөр ортосундагы татаал байланыштарды эске алуу мүмкүнчүлүгүн жогорулатат. Натыйжада, ар кандай климаттык зоналарда материалдардын эскириши жана деградациясын эске алуу менен алардын жүрүм-турумун болжолдоого болот.
- ML негизиндеги алгоритм иштелип чыгып, эң мыкты курамдагы жана конфигурациядагы курулуш материалдарын тандоо механизмин түздү. Бул ыкма энергия натыйжалуулук жана экономикалык максатка ылайыктуулук эске алынган чечимдерди сунуштоо аркылуу имараттардын жылуулук жоготууларын азайтып, энергия натыйжалуулугун жогорулатууга өбөлгө түзөт.

Алынган жыйынтыктардын практикалык мааниси:

Изилдөөнүн жыйынтыктары жылуулук-техникалык эсептөөлөрдүн сапатын жогорулатууга көмөк көрсөтүп, эксперттик системанын натыйжалуулугун жакшыртат. Жасалма интеллект ыкмаларынын колдонулушу имараттардын энергия натыйжалуулугун жогорулатып, эксплуатациялык чыгымдарды азайтуу менен бирге долбоорлоо жана модернизациялоо үчүн оптималдуу чечимдерди сунуштоого мүмкүндүк берет.

Бул эксперттик системанын жылуулук-техникалык эсептөөлөр боюнча жыйынтыктары И. Раззаков атындагы КГТУнун илимий-изилдөө иштеринде жана окутуу процессинде колдонулат.

Колдонуу чөйрөсү:

Курулуш жылуулук техникасы машиналык үйрөнүү колдонулган конструкцияларынын жылуулук-техникалык эсептөө боюнча эксперттик системасында.

РЕЗЮМЕ

диссертации Супибековой Алтынай Казакбаевны на тему «Разработка информационной системы для тепловой защиты зданий в климатических условиях Кыргызской Республики» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.16 - применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях

Ключевые слова: Информационная система, машинное обучение, линейная регрессия, градиентный бустинг, модели, база данных, оценка, анализ, даграмма классов, механизм логического вывода, экспертное заключение, теплопроводность, теплоизоляция, экономическая эффективность.

Объект исследования – машинное обучение (ML) в экспертной системе теплотехнического расчета ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Предмет исследования – применение методов машинного обучения для оптимизации, автоматизации и повышения точности теплотехнических расчетов, которые включают: определение теплоустойчивости конструкций;

анализ паропроницаемости и воздухопроницаемости материалов; прогнозирование тепловых потерь и энергопотребления зданий; выявление скрытых закономерностей, влияющих на энергоэффективность.

Методы исследования - машинное обучение с использованием регрессионной модели и градиентного бустинга, обработка данных теплотехнического расчета для выявления корреляций и закономерностей, теплотехническое моделирование симуляции поведения конструкций в различных климатических условиях.

Целью исследования является использование машинного обучения (ML) в экспертной системе теплотехнического расчета, которое направлено на автоматизацию, повышение точности процесса анализа теплопотерь и теплопровдности теплоизоляционных материалов для энергоэффективности зданий с учетом климатических условий Кыргызской Республики.

Полученные результаты и их научная новизна:

- разработана экспертная система с машинным обучением (ML) для теплотехнического расчета в отличие от традиционных методов, использует ML-алгоритмы для автоматизированного анализа и прогнозирования тепловых характеристик ограждающих конструкций с применением искусственного интеллекта для определения оптимальных материалов и конструктивных решений.
- усовершенствованы методы ML для оценки теплоустойчивости, паропроницаемости и воздухопроницаемости, позволяющие учитывать нелинейные зависимости между параметрами конструкции, климатическими условиями и эксплуатационными характеристиками, что спрогнозирует поведение материалов в различных климатических зонах с учетом их старения и деградации.
- разработан алгоритм ML для подбора наилучшего состава и конфигурации строительных материалов с учетом энергоэффективности и экономической целесообразности с предложением инновационных решений по снижению теплопотерь и повышению энергоэффективности зданий.

Практическая значимость полученных результатов. Полученные результаты, применяемые при исследовании качества теплотехнического расчета, способствуют улучшению экспертной системы за счет применения методов искусственного интеллекта, что повышают энергоэффективность зданий и снижает эксплуатационные затраты, способные рекомендовать оптимальные решения для проектирования и модернизации зданий.

Результаты экспертной системы теплотехнического расчета ограждающих конструкций используются в учебном процессе КГТУ им. И.Раззакова при проведении научно-исследовательских работ.

Область применения: строительная теплотехника с применением машинного обучения в экспертной системе теплотехнического расчета ограждающих конcрукций.

SUMMARY

of the dissertation of Supibekova Altynay Kazakbaevna on the theme: « Development of an Information System for Thermal Protection of Buildings in the Climatic Conditions of the Kyrgyz Republic» for the degree of candidate of physical and mathematical sciences, specialty 05.13.16 – тhe application of computer technology, mathematical modeling, and mathematical methods in scientific research

Key words: Information system, machine learning, linear regression, gradient boosting, database, evaluation, analysis, class diagram, logical inference mechanism, expert conclusion, thermal conductivity, thermal insulation, economic efficiency.

Object of research: Machine learning (ML) in an expert system for thermal engineering calculations of building envelope structures.

Purpose of research**:** Application of machine learning methods to optimize, automate, and improve the accuracy of thermal engineering calculations, including: determination of the thermal resistance of structures; analysis of vapor permeability and air permeability of materials; prediction of heat loss and energy consumption of buildings; identification of hidden patterns affecting energy efficiency.

Research methods: Machine learning using regression models and gradient boosting; processing thermal engineering calculation data to identify correlations and patterns; thermal modeling and simulation of structural behavior under different climatic conditions.

Research Objective: The objective of this research is to utilize machine learning (ML) in an expert system for thermal engineering calculations, aiming to automate and enhance the accuracy of heat loss analysis and the thermal conductivity of insulation materials to improve the energy efficiency of buildings, considering the climatic conditions of the Kyrgyz Republic.

Results and Scientific Novelty: An expert system with machine learning (ML) has been developed for thermal engineering calculations. Unlike traditional methods, it employs ML algorithms for automated analysis and prediction of the thermal characteristics of building envelopes, utilizing artificial intelligence to determine optimal materials and structural solutions; ML methods for evaluating thermal resistance, vapor permeability, and air permeability have been improved, allowing for the consideration of nonlinear dependencies between structural parameters, climatic conditions, and operational characteristics. This enables the prediction of material behavior in different climatic zones, considering their aging and degradation;an ML-based algorithm has been developed to select the optimal composition and configuration of construction materials, considering energy efficiency and economic feasibility. The algorithm proposes innovative solutions for reducing heat loss and increasing the energy efficiency of buildings.

Practical Significance of the Results: The obtained results, applied in the study of thermal engineering calculations, contribute to improving the expert system by incorporating artificial intelligence methods. This enhances the energy efficiency of buildings, reduces operational costs, and provides optimal recommendations for building design and modernization.

The results of the expert system for thermal engineering calculations of building envelopes are used in the educational process at I. Razzakov Kyrgyz State Technical University (KSTU) for conducting scientific research.

Field of application: building thermal engineering with the application of machine learning in an expert system for thermal engineering calculations of building envelopes.