

АНДАТПА

ӘОЖ 004.89

Қолжазба құқығында

АЛТАЕВА АЙГЕРИМ БАҚАТАҚАЛИҚЫЗЫ

**МУЛЬТИАГЕНТТІ ТЕХНОЛОГИЯЛАР НЕГІЗІНДЕ СМАРТ
ЭНЕРГИЯ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ МОДЕЛЬДЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІ**

6D070300 – Ақпараттық жүйелер

Философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация)

Ғылыми жетекшілер:
т.ғ.д., профессор Ускенбаева Р.К.
PhD, профессор Azizah Suliman

Республика Казахстан
Алматы, 2021 год

КІРІСПЕ

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Энергия үнемдеу және энергия тиімділігі энергетикалық қауіпсіздіктің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Қазіргі уақытта түпкілікті энергия тұтынудың үштен бірінен астамы тұрғын үй-коммуналдық кешен мен қызмет көрсету саласына тиесілі. Өндірістік емес секторда энергия тұтынудың өсуі халық санының өсуіне және адамдардың өмір сүру сапасының артуына байланысты жалғасатын болады. Өндірістік емес объектілердің энергия тұтыну құрылымын және энергия ресурстарының әртүрлі түрлерінің құнын, сондай-ақ ғимараттарды жылу қорғау саласындағы стандарттардың қатаңдатылуын ескере отырып, жылу энергиясын тұтынуды азайтуға бағытталған шаралар неғұрлым кең таралған және инвестициялық тартымды энергия үнемдеу шаралары болып табылады. Табиғи желдетумен ғимараттарды герметизациялау үй-жайлардың ауа алмасуының төмендеуіне әкеледі, бұл микроклиматты нашарлатады және адамның жұмысын төмендетеді. Ішкі ортаның қолайсыз факторларының адам ағзасына ұзақ әсер етуі оның денсаулығына теріс әсер етуі мүмкін. Сондықтан энергия үнемдеу жобасының экономикалық көрсеткіштерін де, тұрғын, қоғамдық және әкімшілік ғимараттардағы микроклиматтың жайлылығын да ескеретін энергия үнемдеу шараларының тиімділігін бағалаудың жаңа әдісін жасау өзекті міндет болып табылады. Мамандандырылған сараптамалық жүйелер мен жасанды нейрондық желілерді дамытудың бастауы электр энергетикасының жасанды интеллект саласына ауысуы болды.

Зерттеу нысаны. Өндірістік емес ғимараттардағы энергия үнемдеу және микроклимат.

Зерттеу пәні. Өндірістік емес ғимараттарда микроклиматты қалыптастыру кезіндегі жылу беру процестері.

Диссертацияның мақсаты. Ортаның жайлылығын арттыру үшін мультиагентті технология мен нейрондық желілер негізінде жүйені құру.

Зерттеу мақсаттары. Зерттеу мақсатына жету үшін келесі міндеттер шешілді:

1. Тиімділікті, микроклиматты бағалау әдістерін және температураны, ылғалдылықты және ауа сапасын ескере отырып, үй-жайлардағы жылу беру процестерін математикалық есептеу әдістерін талдау;
2. Микроклимат параметрлерін болжау үшін табиғи желдеткіші бар ғимараттарда жылу алмасудың математикалық моделі жасалды;
3. Жүйе архитектурасы және желі мен мультиагенттің қатысуымен энергия тиімділігі мониторингінің параметрлері ұсынылды;
4. Grid және MAS технологиялары негізінде жүйені құруға мүмкіндік беретін агенттер орнатылды;
5. Ауысу агенті-торды таңдау үшін қолданылады;
6. Орталық үйлестіруші агент - басқа агенттермен байланыс үшін.

7. Жүктеу агенті - сыртқы ортадан Әртүрлі жабдықты басқару үшін.
8. Энергия тұтынуды жергілікті басқару агенті - энергия тұтынуды басқару және бақылау үшін
5. Ұсынылған архитектура аясында мультиагентті технологиялар негізінде математикалық және бағдарламалық қамтамасыз ету.
6. Эксперименттік зерттеулер жүргізілді, әзірленген тестілеу және тексеру жүргізілді.

Ғылыми жаңалық:

1. Жайлы микроклиматтың математикалық моделі және мультиагентті технологиялардың қатысуымен SmartGrid моделі жасалды
2. Математикалық модель негізінде жайлылық деңгейінің ғимаратты оқшаулау есебінен жылу энергиясын тұтынуды азайтуға бағытталған стандартты энергия үнемдеу тетіктеріне тәуелділігі алынды және БСӨТ параметрлерінің жиынтық әсерін ескеретін жайлылықтың кешенді критерийі ұсынылды.
3. Энергия үнемдейтін механизмдердің ауа алмасу және микроклимат параметрлеріне әсері туралы эксперименттік мәліметтер
4. Температураны, ылғалдылықты және ауа сапасын бақылау әдісі жасалды.

1. ҒИМАРАТТАРДЫҢ ЭНЕРГИЯ ТҰТЫНУЫН БАСҚАРУҒА АРНАЛҒАН КӨП АГЕНТТЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН SMART GRID ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ

Біздің зерттеуіміз көп агентті технологияны қолдана отырып, EMS интеллектуалды желілік жүйесін дамытуға бағытталған. Зерттеу барысында жүйенің архитектурасын әзірлеу және алгоритмдерді қолдану кезінде біз берілген талаптарды ұстануға тырысамыз. Басқаруда икемділікке қол жеткізу үшін көп агенттік жүйе қолданылады. Ғимараттағы немесе оның айналасындағы жайлылық, әдетте, температура, жарық, ылғалдылық, ауа жылдамдығы және CO₂ концентрациясының үйлесімімен анықталады. Мультиагентная технологиясы пайдаланылуы мүмкін үшін негіз ретінде басқару жүйесін энергияны және жайлылығымен ғимаратында. Бұл технология күрделі тапсырманы агенттердің көмегімен шешуге болатын қарапайым ішкі тапсырмаларға бөлуге мүмкіндік береді. Көп агентті модельдеу әдісі агент деп аталатын бір тақырыпқа назар аудара отырып, күрделі жүйелерді модельдеуге мүмкіндік береді. Әр агент-жынысы немесе дене салмағы сияқты физиологиялық қасиеттері бар виртуалды жаяу жүргінші, сонымен қатар маршруттың нақты мақсаттары. Өз жоспарларына сүйене отырып, бұл агенттер нақты жаяу жүргіншілерге ұқсас әртүрлі климаттық жағдайларға ұшырайды. Бұл климаттық жағдайлардың жеке жылу жайлылығына әсері адамның терморегуляция жүйесінің қарапайым өтпелі екі түйіндік моделімен үнемі бақыланады: жеке жылу жайлылығының моделі

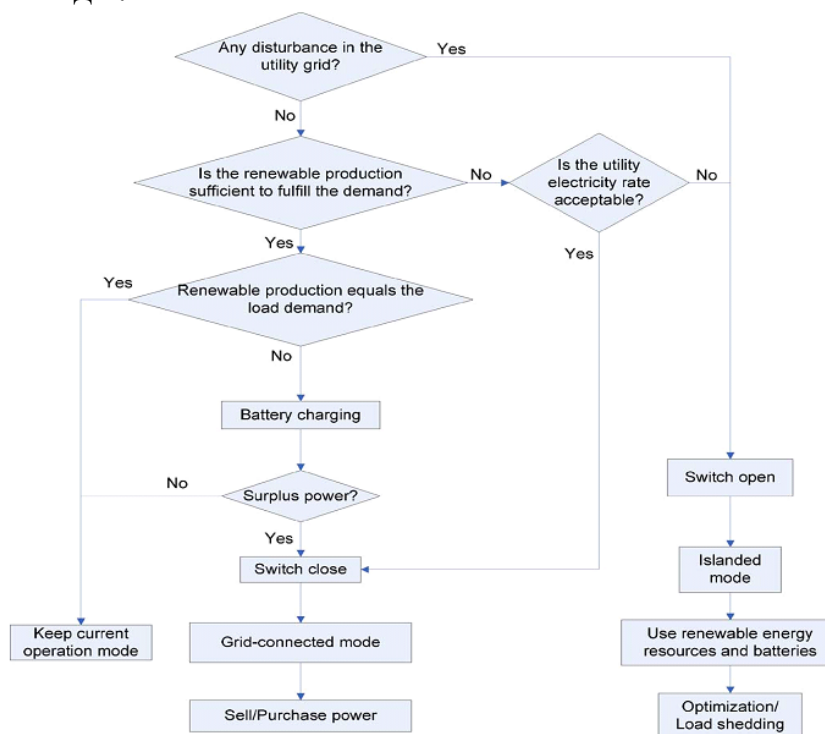
(ITSM). Күрделі құрылыс орталарында жаяу жүргіншілер қозғалысы мен жылу жайлылығын модельдеу және талдау үшін көп агентті интеллектуалды желі жүйесі жасалды. Модельдеу жүйесі басқа модульдерден басқа биометеорологиялық жылу жайлылығының моделін біріктіреді.

Жүйе архитектурасы. Басқарудың заманауи технологиясы зияткерлік желі тұжырымдамасын енгізетін энергетикалық жүйенің сенімділігі, тиімділігі мен икемділігін қамтамасыз етеді. Smart grid тұжырымдамасы-бұл клиенттер қатыса алатын жаңа технология. Бұл жеткізілімдердің сапасы мен сенімділігіне кепілдік береді. Энергияға деген сұраныстың артуы нарықтық мінез-құлықтың өзгеруіне және күрделі тарату жүйелеріне байланысты өндірісті орталықсыздандыруды қажет етеді. Сондықтан желіні орталық Контроллерден басқару қиын. Интеллектуалды басқару жүйесінің технологиясы Әр түрлі орналастыру сценарийлерін шешу үшін қауіпсіз және сенімді операциялық желісі бар ғимаратты басқару технологиясының таратылған шешімін ұсынады. Ақылды BEMS-бұл оны қолдану. Коммерциялық ғимараттағы EMS ғимарат ішіндегі қоршаған ортаны жақсартуға бағытталған. Біздің зерттеуімізде энергия көздерінің екі түрін қарастырамыз: коммуналдық желі және микро желі. Коммуналдық желі энергияны қаланың негізгі желісінен алады. Микро тор жаңартылатын энергия көздерімен қамтамасыз етіледі. Жүйенің екінші бөлігі-көп агентті жүйе. Әр агент жергілікті шешім қабылдау үшін жоғары интеллектке ие болғандықтан, жүйеге агент моделінің жаңа архитектурасы қажет. Мультиагенттік жүйе датчиктер мен жолаушылардан деректерді кіріс деректер ретінде қабылдайды және жетектерді басқаруды жүзеге асыру үшін шешімдер қабылдайды. Басқару жүйелері-бұл тұрғындарды жайлылық пен энергиямен қамтамасыз ететін жүйелер.

1.2 Агент ауыстырғыш

Коммутатор(агент ауыстырғыш) агенті бірінші деңгейде орналасқан. Коммутатор агенті орталық үйлестірушіден тұтынылатын және өндірілетін энергия туралы мәліметтерді алады. Осы ақпаратқа сәйкес, коммутатор агенті қажетті жүктеме қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін жаңартылатын көздер мен батареялардан қуат жеткіліксіз болған кезде электр желісінен қуат алады. Сонымен қатар, коммутатор агенті жаңартылатын энергия ғимараттың қажеттіліктерінен асып кеткен кезде артық энергияны желіге қайтара алады, содан кейін оны батареяларда сақтауға болады. Ғимараттар мен микрожелілердің жалпы интеграцияланған жүйесі екі жұмыс режиміне ие: Желіге қосылу режимі және оқшауланған режим. Күйді ауыстыру агенті микро желіні коммуналдық желіге қосу/өшіру үшін коммутатордың күйін анықтау үшін орталық координатор агентімен байланысады. 1.1-суретте әртүрлі сценарийлерде белгілі бір жұмыс режимін таңдау процедурасы көрсетілген. Егер электр жүйесіне қандай да бір зақым келсе немесе электр

қуатын тұтыну деңгейі тұтынушылар үшін қолайсыз болса, микро желі негізгі желіден ажыратылады.



Сурет 1.1-Жұмыс режимдерін таңдау рәсімі

Осы сценарийлердегі қосқыш ашық болады және қол жетімді жаңартылатын энергия көздерін қолдана отырып, жайлылықтың жалпы деңгейін барынша арттыру үшін тиісті оңтайландыру немесе жұмсарту схемалары қабылданады; әйтпесе, микро желі электр желісіне қосылады. Дегенмен, ғимарат бірінші кезекте Қолжетімді жаңартылатын энергияны тұтынатын болады. Жаңартылатын көздерден артық энергия болған кезде батареялар зарядталады. Егер энергия әлі де болса, артық энергия энергия жүйесіне қайта сатылады. Сонымен қатар, егер "микрожүйеден" жаңартылатын энергия жетіспесе және электр энергиясын тұтыну деңгейі қолайлы болса, ғимараттың жалпы жүктемесін қанағаттандыру үшін қуат көзі сатып алынады.

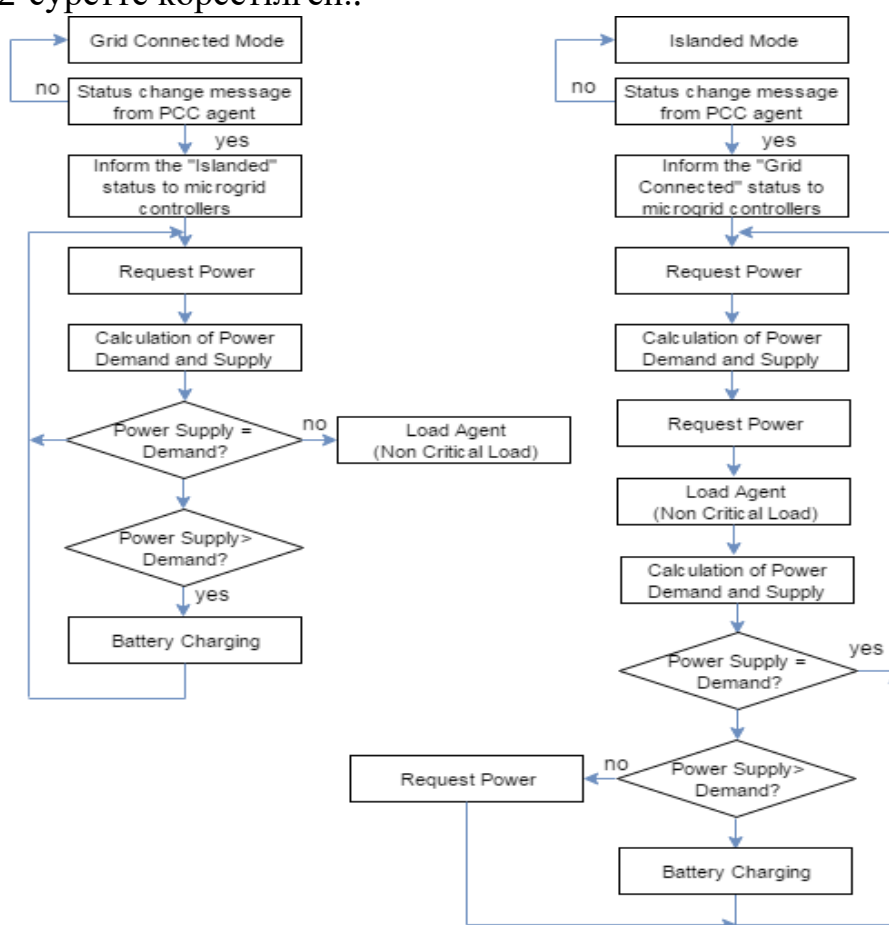
1.2 Орталық агент

Екінші деңгейде орналасқан орталық үйлестіруші агент басқару жүйесінің негізгі элементтерінің бірі болып табылады. Ол барлық агенттермен сыртқы мәліметтерге (ауа-райы туралы ақпарат) және жылу, визуалды жайлылық пен ауа сапасына, сондай-ақ ғимараттың электрлік жүктемелеріне қатысты пайдаланушылардың қалауына байланысты өзара әрекеттеседі. Сондай-ақ, ол жел турбинасы агенттерінен және күн фотоэлектрикінен батареяны зарядтау агентінен ақпарат алады. Сонымен қатар, ол оны жабу үшін қажет энергия мен энергияның мөлшерін анықтайды және оны соған сәйкес басқарады. Орталық үйлестіруші-агент үшін негізгі міндет-электр

энергиясын бөлуді үйлестіру және тұтынушылардың максималды жайлылығын қамтамасыз ету, сонымен бірге энергия көздері мен барлық төменгі деңгейдегі агенттерді біріктіру.

1.3 Агенттер арасындағы келіссөздер

Агенттер қол жетімді энергиямен бөлісу үшін бір-бірімен келіссөздер жүргізеді. Келісуді жүктеу агенттері бастайды. Жүктеу агенттері басқа агенттерден қуат көздерін ұсынуды сұрайды. Қуат көзі агенттері жүктеу агенттерінен қуат сұрауын алады және ұсыныс жібереді. Агенттер бір-бірімен келісе бастайды және өз ережелеріне сүйене отырып шешім қабылдай бастайды. Әдеттегі шешімдер-қандай қуат көздерін тұтыну керек және қабылданған қуат көздерімен қанша энергия қамтамасыз етілуі керек. Агент логикасы .2-суретте көрсетілген..



1.2-сурет-агенттер арасындағы келіссөздер

1.4 Жергілікті Климаттық Контроллерлер

Жылу жайлылығын, визуалды жайлылықты және ауа сапасын бақылау үшін төрт жергілікті агент контроллері қолданылады. Бұл контроллер агенттері жайлылық параметрлерінің ағымдағы мәндерін берілген мәндермен салыстырады және ғимараттың инженерлік жүйелерінің жетектерін басқаруға қажетті энергия мөлшерін анықтайды.

1.4.1 Жергілікті Температура Реттегіші

Бұл ішкі жүйе үшін ішкі жылу жайлылығын сақтау үшін қажетті қуатты есептеу үшін анық емес шығысы бар контроллер жасалды. Бұл анық емес контроллердің кірісі қате мен қателерді түзетуді қамтиды. Өзгерту қатесі-алдыңғы және ағымдағы қателер арасындағы айырмашылық.

1.4.2 Жергілікті Ылғалдылық Реттегіші

Ішкі ылғалдылықтың жайлылығы үшін қажетті қуатты анықтау үшін біз анық емес PD дизайнын қолданамыз. Ылғалдылықты анық емес басқаруда өте құрғақ, құрғақ, қалыпты, ылғалды және өте ылғалды айнымалылар жиынтығы бар. Қуат тұтыну әр режимге байланысты өзгереді.

1.4.3 Жергілікті Ауа Сапасын Реттеуші

Жергілікті ауа сапасы агенті ғимараттағы CO₂ концентрациясын бақылайды. Жалпы қате түсінік, ластанған ауа сыртта болады, егер шындық ауада әртүрлі тітіркендіргіш, канцерогендік және мутагендік қосылыстардың концентрациясы олардың өндірістік аймақтардан тыс жерлерде тиісті концентрациясынан жоғары болуы мүмкін. Бұл ластаушы заттардың концентрациясын төмендетудің ең жақсы тәсілі-бұл бөлмеге мүмкіндігінше таза ауа енгізу, дегенмен, бұл әдетте белгілі бір бағаны қажет етеді, өйткені таза ауаны сыртқы климатқа байланысты жылыту немесе салқындату қажет. Бөлмедегі ауа сапасының көрсеткіші ретінде. Бұл басқа ластаушы заттардың концентрациясы кейбір жағдайларда дәл болмауы мүмкін ұқсас тенденцияларды ұстанатындығын ескере отырып қарастырылған.

1.4.4 Жергілікті Қуатты Басқару Агенті

Қуатты басқару агентінің рөлі-пайдаланушының жайлылық критерийлерін ескере отырып, энергияны тұтынуды қолда бар қуат ресурстарына бейімдеу. Бұл қымбат сақтау қажеттілігін болдырмау үшін қосымша инвестицияларды қажет ететін қосымша ресурстарды пайдалануды шектейді. Жергілікті қуатты басқару агенті желіні басқару жүйесіндегі энергия деңгейін бақылайды.

1.4.5 Жүктеу агенті

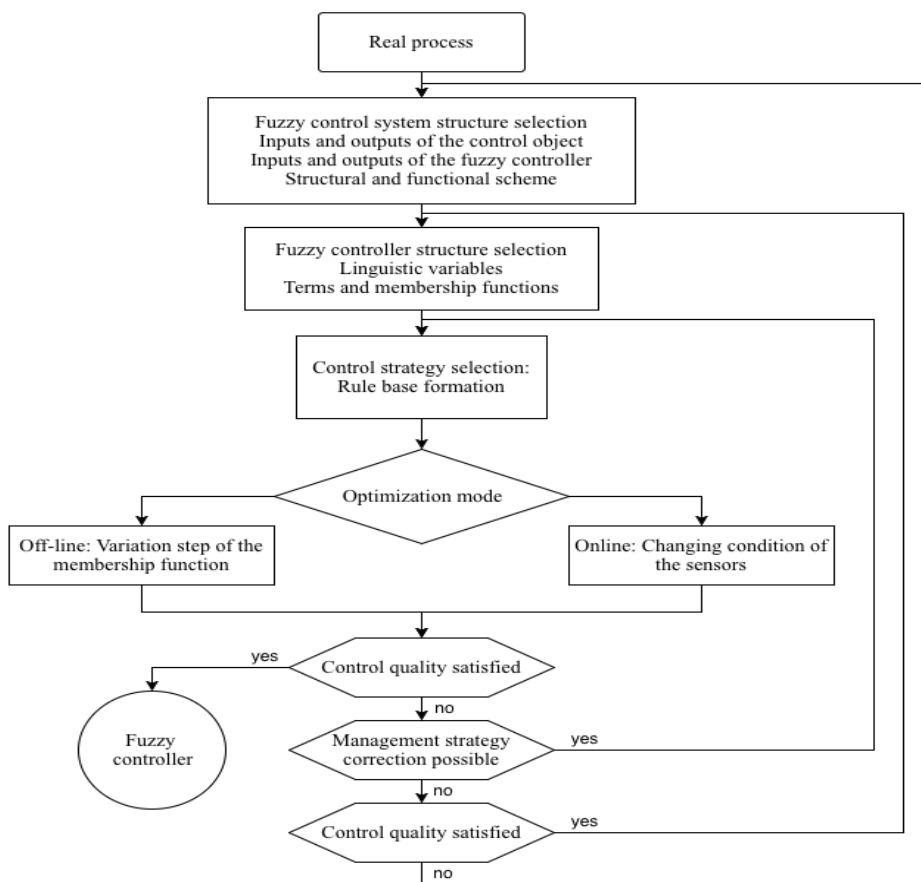
Жүктеу агенті үш негізгі жайлылық факторына тікелей байланысы жоқ барлық жабдықты басқарады. Сондай-ақ, ол электр қуатының жетіспеушілігі кезінде өшірілуі мүмкін барлық электр жүктемелерін басқарады. Тұтынушыларға жүктемені ажыратуды таңдауға және осы агенттің көмегімен әр жүктеме үшін басымдықтарды белгілеуге мүмкіндік беріледі. Кейбір жүктеу профильдері жасалады және графикалық пайдаланушы интерфейсі тиісті параметрлерді реттеуге арналған. Графикалық платформаны қолдана

отырып, тұтынушылар жүктеме сипаттамаларын анықтап қана қоймай, жүктемені қалпына келтіру көлемі мен тәртібін басқара алады

2. Бөлмедегі климаттық бақылау

Жабық Микроклимат салауатты өмір сүрудің негізгі факторы болып табылады және температура мен ылғалдылық, ондағы зиянды заттардың шоғырлану деңгейі және ауа ағынының (желдің) жылдамдығы сияқты бірқатар физикалық шамалармен анықталады. Бұл факторлар тақырыптың "жылу жайлылығын" сезінетінін анықтайды; ыстық немесе суық. Жылу жайлылығының жағдайы-бұл организмге терморегуляция механизмдерін қажет етпейтін жағдай, яғни адам ешқандай діріл немесе терлеуді сезбейді және перифериялық мүшелердегі қан ағымы тұрақты жылдамдықпен сақталады. Бұл шарт термонеutralды аймаққа сәйкес келеді

Микроклиматтың белгілі бір деңгейін және бөлмедегі ауа сапасын сақтау үшін жұмыс жағдайларының белгілі бір жиынтығы үшін энергияны үнемдейтін басқару жүйесін жасау қажет. 2.1-суретте анық емес контроллер процедурасын жобалау және оңтайландыру көрсетілген. Үлкен ғимараттағы ауа ағынын басқару жүйесі әр түрлі жұмыс режимдеріне арналған болуы керек, өйткені сыртқы ауа-райы жағдайлары мен ғимара.

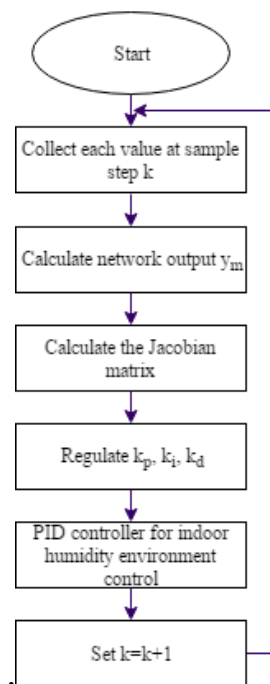


Сурет 2.1-анық емес контроллердің дизайны

3 Адаптивті нейро-PID ылғал реттегішін жасау

Анық емес PID реттегіші ішкі климатты басқаруға арналған болса да, температура, ылғалдылық және IAQ физикалық параметрлерде ерекшеленеді және әртүрлі сипаттамаларға ие. Сондықтан ішкі ортаның сапасын жақсарту үшін басқарудың жетілдірілген әдісін қолдану әлеуетін одан әрі талдау үшін осы бөлімде талқыланған ылғалдылықты бақылаудың қиындықтарына негізделген ішкі ылғалдылықты бақылаудың жаңа стратегиясын зерттеу және әзірлеу қажет. Бөлмедегі ылғалдылықты бақылаудың негізгі қиындықтарына мыналар жатады: уақытты кешіктіру; жеке қалау; температураның әсері. Сондықтан дамыған контроллер келесі талаптарға жауап беруі керек: жылдам реакция, сәл асып кету, жақсы бейімделу және температураны анықтайтын ақылды алгоритм: ыстық, суық немесе жылы. Бөлме температурасын басқару үшін бұл бөлімде NN радиалды негізгі функциясына (RBF) негізделген ақылды PID контроллері бар. Бұл зерттеуде радиалды негіз функциясы бар нейрондық желінің PID контроллерінің өнімділігі (Rbfnn-PID) Python көмегімен компьютерлік модельдеу арқылы тексеріледі. Rbf нейрондық желісіне негізделген ақылды ПИД контроллері бөлмедегі салыстырмалы ылғалдылықты бақылау үшін қолданылады. Сипаттамадан кейін біз "эксперимент нәтижелері" бөлімінде компьютерлік модельдеу және эксперименттер арқылы өз көзқарасымызды дәлелдейміз. 3.1-суретте көрсетілген RBFNN-PID басқару процесін келесідей қорытындылауға болады:

1. Әр мәнді k іріктеу қадамы жиналады;
2. Жиналған мәліметтер негізінде желісінің шығысы есептелінеді;
3. Берілген теңдеулерді қолдана отырып, Якобиан матрицасы алынады;
4. PID контроллері үшін PID параметрлері реттеледі;
5. Контроллер ылғалдылықты бақылау үшін климаттық жабдыққа команда жіберіледі және ішкі климат өзгеруі мүмкін болғандықтан, басқару процесі жалғастырылады.
6. $K = k + 1$ орнатыңыз

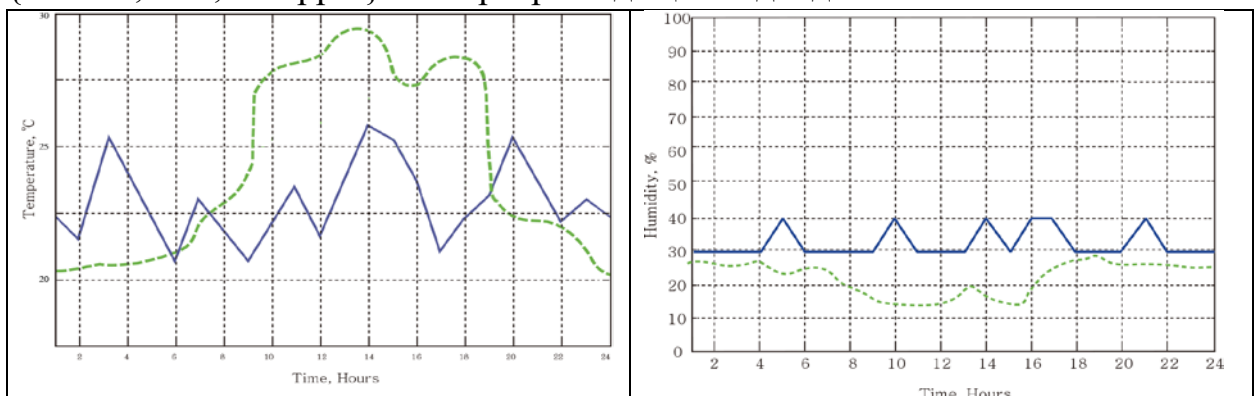


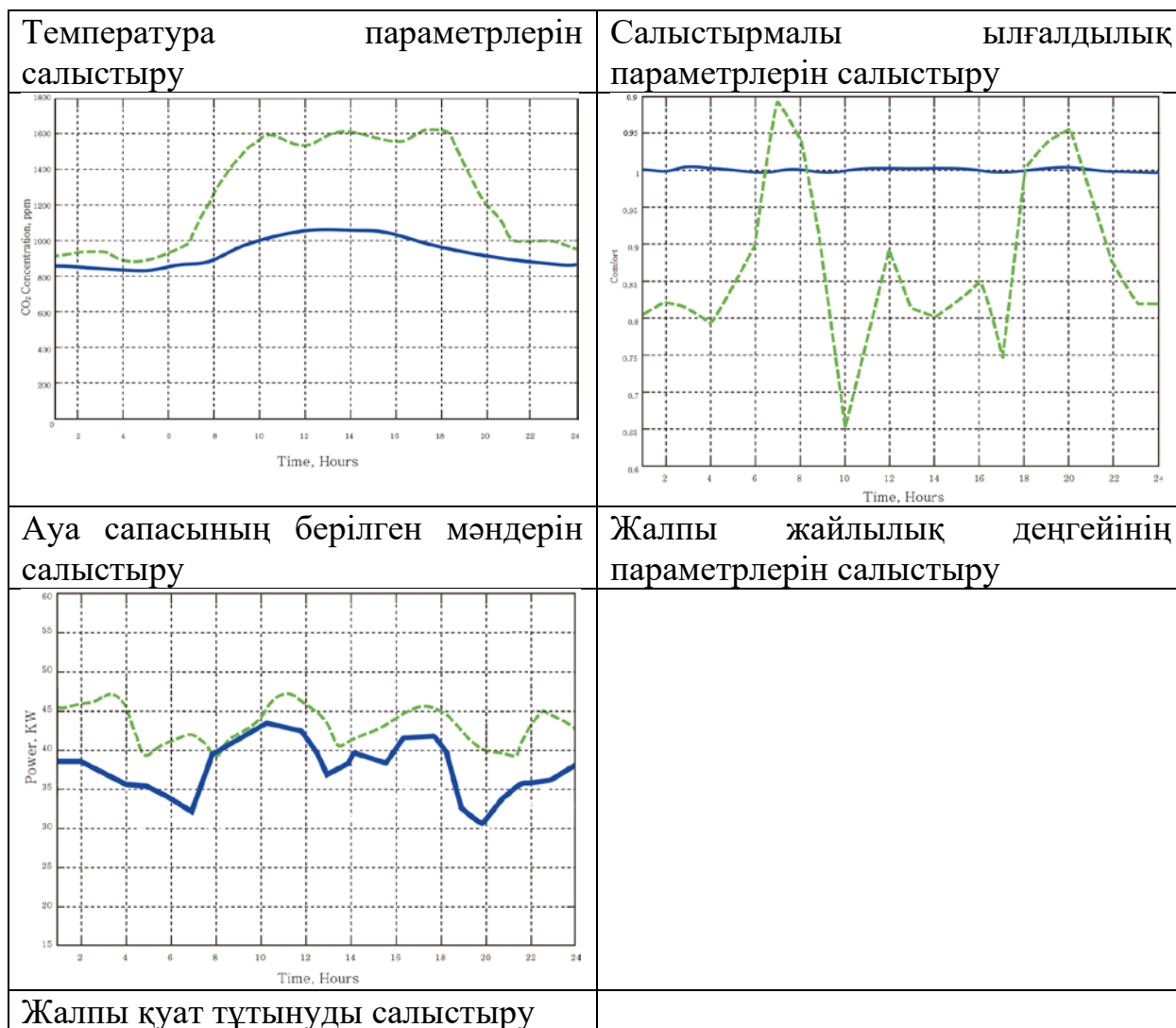
3.1-сурет- RBFNN-ПИД-реттегіштің технологиялық схемасы

4. ЭКСПЕРИМЕНТ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Мысал ретінде біз қолданылатын режимді қарастырамыз. Жүргізе отырып, эксперименттер, қолданылатын режиміне және изморя талап етілетін қуаты, бұдан әрі, біз аламыз болжау қабілеті микросети жабдықтау ғимараты энергиясын. Модельдеуде әртүрлі басқару міндеттеріне арналған тұрғындардың жайлылық диапазоны келесідей берілген: ауа сапасы миллионға 400-ден 8800 бөлікке дейін, температура мен ылғалдылық диапазоны халықаралық стандарттар мен ISO/FDIS 7730 ұсыныстарына негізделген [5].

Оңтайландыру алгоритмінің құралдары NN алгоритмдері үшін қолданылды. NN алгоритмінің бастапқы параметрлері келесідей таңдалды: температура, салыстырмалы ылғалдылық және CO2 концентрациясы (ауа сапасын білдіретін) ішкі ортаның жайлылығын сипаттайды. Жайлылықтың минималды жылдамдығы үшін Параметрлер $\{19,5^{\circ}\text{C}; 40\%; 800\text{ ppm}\}$ векторы ретінде қабылданды, ал жайлылықтың максималды жылдамдығы үшін Параметрлер $\{26^{\circ}\text{C}; 60\%; 1100\text{ ppm}\}$ векторы ретінде қабылданды..





Сурет 4.1-Эксперимент нәтижелері. Жасыл сызық: дәстүрлі жүйе; көк сызық: ұсынылған жүйе

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл диссертация ғимарат ішінде жайлы микроклиматты қамтамасыз ету үшін мультиагентті технологияларды қолдана отырып, жайлы микроклиматты құруға арналды. Бейімделген нейрондық желілерді қолдана отырып, мультиагентті технология негізінде зияткерлік энергетиканы дамыту модельдері мен әдістері қарастырылған. Жұмыста жүргізілген әдебиеттерге шолу мәселенің өзекті екенін көрсетеді, өйткені энергияны үнемдеу және энергия тиімділігі жылу энергетикасындағы маңызды компоненттер болып табылады. Осыған байланысты диссертациялық жұмыста энергияны тұтынуды азайту үшін микроклиматтың жайлылығын бағалаудың жаңа тәсілдерін әзірлеу, тұрғын үй, қоғамдық және әкімшілік ғимараттар ішіндегі

адамдар үшін қолайлы жағдайларды сақтай отырып, тұтынылатын энергияны үнемдеу мәселелері шешілді.

Қазіргі уақытта қолданылатын микроклиматтың жайлылығын бағалау әдістері Өндірістік емес үй-жайларға тән ерекше қауіптерді ескермейді, нәтижесінде бұл адамдар үшін қолайлы жағдайлардың бұзылуына әкелуі мүмкін. Осыған байланысты, ұсынылған жұмыста энергияны үнемдейтін шаралардың микроклиматқа әсерін ескеретін әдістер әзірленді, нәтижесінде бұл адамдарға теріс әсер етпейді. Мұндай жүйені дамытудағы ең қолайлы әдістердің бірі- өзара әрекеттесетін зияткерлік агенттердің көп саны модельденетін бейімделген нейрондық желілерді қолдана отырып, көп агентті тәсіл.

Зерттеу барысында жүйенің қолданыстағы аналогтарына сапалы шолу жасалды, олардың ішінде бөлмеде ыңғайлы микроклиматты қамтамасыз ету үшін ең жақсылары таңдалды және талданды. Мақалада жылу процестерінің математикалық моделі, оның өзгеруіне әсер ететін бөлмедегі микроклимат параметрлері және ғимарат ішінде жайлы микроклиматты сақтау зерттелген, нәтижесінде жылу процестерінің математикалық моделі модельденді. Сонымен қатар, бөлмедегі және ашық ауадағы температура мен ылғалдылықты ескере отырып, жылыту, желдету және ауаны баптау жүйелерін қалай басқаруға болатындығы зерттелді, сонымен қатар тұрақты температура мен ылғалдылықты сақтау мәселесі қарастырылды.

Осылайша, зертханалық жағдайда жүргізілген эксперименттер, алынған деректерді талдау және тестілеу осы жұмыста ұсынылған бейімделген нейрондық желілерді қолдана отырып, математикалық модельдер мен әдістерге негізделген электр энергиясын басқару мен басқарудың көп агентті жүйесі үй-жайдағы адамдар үшін қолайлы жағдай жасау үшін қажетті құрал болып табылатындығын және болашақта ел экономикасын жақсартуға үлкен үлес қосатынын көрсетті.

Диссертацияда келесі нәтижелер алынды:

1. Мультиагентті технологиялардың қатысуымен Smart Grid моделінің ыңғайлы микроклиматының математикалық моделі жасалды;
2. Электр энергиясын бақылау мен басқарудың көп агентті жүйесінің архитектурасы ұсынылған;
3. Нейрондық желі модельдері ғимарат ішінде жайлы микроклиматты қамтамасыз ету үшін бейімделген;
4. Әзірленген математикалық модельдеу негізінде микроклиматтың жайлылық деңгейі стандартты энергия үнемдейтін механизмдерге байланысты екендігі анықталды;
5. Энергия үнемдейтін механизмдердің ғимарат ішіндегі ауа алмасу және микроклимат параметрлеріне әсері туралы мәліметтер эксперименталды түрде алынды.

Зерттеу нәтижелерінің сенімділігі математикалық дәлелдермен және эксперименттік зерттеулермен расталады. Орындалған жұмыстар нәтижелерінің экономикалық тиімділігі Зияткерлік меншік сертификатымен расталады.

МАҚАЛАЛАР ТІЗІМІ

1. Скопус Мақалалар

1. [Altayeva, A.](#), Uskenbayeva, R. (2019). Converged citizen service IOT platform reference model for smart cities. Journal of Theoretical and Applied Information Technology 97(9), pp. 2540-2550; Scopus
2. Altayeva, A. & Omarov, B., (2018). Design of a multiagent-based smart microgrid system for building energy and comfort management. Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, 26(5); Scopus, Web of Science
3. Altayeva, A., Omarov, B., Turganbayeva, A., Abdulkarimova, G., Gusmanova, F., Sarbasova, A., & Omarov, N. (2018, November). Agent Based Modeling of Smart Grids in Smart Cities. In International Conference on Electronic Governance and Open Society: Challenges in Eurasia (pp. 3-13). Springer, Cham; Scopus< Web of Science
4. Altayeva A., Baisholanova K., Tukenova L., Abduraimova B., Nurtas Marat, Baishemirov Z., Yessenbek S., Omarov B.S.(2021) Towards Smart Building: Exploring of Indoor Microclimate Comfort Level Thermal Processes, Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) , 2021, 12608 LNCS, стр. 59–67.
5. Altayeva A., Bakhytzhon Omarov, Akhan Demeuov, Adilbay Tastanov, Zhakipbek Kassymbekov, Arman Koishybayev (2021). Fuzzy Controller for Indoor Air Quality Control: A Sport Complex Case Study, [International Conference on Advanced Informatics for Computing Research ICAICR 2020: Advanced Informatics for Computing Research](#), Communications in Computer and Information Science 2021, 1393 pp 53-61.

2. ККСОН Мақалалар

4. Altayeva, A., Uskenbayeva, R. (2019), Agent Based Intelligent Decision Making System For Energy Consumption, Conference of GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2019: CENTRAL ASIA, Astana;
5. [Altayeva, A.](#), [Uskenbayeva, R.](#) (2019), Разработка Системы Smart Energy На Основе Мультиагентных Технологии Для Управления Энергопотреблением И Комфортом, Международная Научная Конференция Студентов И Молодых Ученых «ФАРАБИ ӘЛЕМІ», Almaty;
6. [Altayeva, A.](#), [Uskenbayeva, R.](#) (2019), Ақылды Қала Платформасындағы: Температура Мен Ылғалдылықты Бақылауға Арналған Рі Бөлшектеудің Математикалық Моделі, Цифровые Технологии В Науке И Индустрии 2018 Conference, IITU;
7. [Altayeva, A.](#), [Uskenbayeva, R.](#) (2018), Агенттік Технологиялар Негізінде Тұрғын Үй Ғимараттарындағы Микроклиматты Басқару, Internet Conference "Challenges Of Science, Kazakh National Technical University (Satpayev University), Almaty;
8. Altayeva, A., Uskenbayeva, R. (2019), Intelligent Microclimate Control In Smart Building, VESTNIK Satpayev University, № 1 (131), Almaty;

9. Р.К. Ускенбаева, А.Б. Алтаева, Б.С. Омаров (2019), Энергияға Арналған Айқын Емес Логикаға Негізделген Контроллерді Жобалау, VESTNIK Satpayev University, № 1 (131), Almaty;
10. Altayeva, A., Uskenbayeva, R. (2019), Fuzzy Logic Based Controller for Maintaining Comfort Temperature with Minimizing Energy, VESTNIK VKGTU, Oskemen;
11. Altayeva, A., Uskenbayeva, R., Mathematical Model of Multi-Zoned Power and Comfort Management in Residential Buildings, VESTNIK PGU (2019), Pavlodar;
12. Altayeva, A., Uskenbayeva, R., Azizah Suliman, Building an energy-efficient system based on multi-agent technologies, International Scientific and Practical Internet Conference, Nur-Sultan 2020
13. Altayeva A., Uskenbayeva, R., Azizah Suliman, (2020) Microclimate control techniques based intelligent agents. VESTNIK Satpayev University, Almaty;
14. С.С.(Авторское свидетельство) 19821 «Models and Methods on Developing Smart Energy Based on MultiAgent Technologies Altayeva A.B., Kuandykov A.B.; published. 20.08.2021. – 2 с.