

Тоғжанова Кульжан Ондрисовнаның 6D070400 – "Есептеу техникасы және программалық қамтамасыз ету" мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған **"Smart City дамытуды динамикалық жоспарлау жүйесін әзірлеу модельдері мен әдістері"** тақырыбындағы диссертациялық жұмысына

АҢДАТПА

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Инвестициялар нарығындағы түрлі ойыншылар, сондай-ақ қоғамдық институттар Smart City-ді урбанистік перспективалар және қала шаруашылығының қажеттіліктері үшін жоғары технологиялық өнім өндірушілерді кооперациялау үшін жаңа аймақтар құру тұрғысынан қарастыра бастады. Көптеген ірі қалалардың қалалық билігі, ең алдымен муниципалитеттер деңгейінде, Smart City жобаларына инвестициялау стратегиясын жариялады. Бұл қаланың мәртебесін көтеруге деген ұмтылыспен, сондай-ақ ұзақ мерзімді инвестицияларды тарту мүмкіндігімен туындады. Сондай-ақ, қалалық инфрақұрылым аясында жоғары технологиялық бизнесті оқшаулау идеясы өте перспективалы болды. Бұл ретте, компаниялар алдында жергілікті қалалық мәселелерді шешуге бағытталған міндеттер туындады, олардың арасында сумен және энергиямен жабдықтау, көлік және логистика, экологиялық, сондай-ақ тұрғындардың ақпараттық қауіпсіздігін және т. б. атап өтуге болады. Мұндай жобалар Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлау ұғымымен тығыз байланысты. Өз кезегінде, мұндай жобалар белгісіздік пен тәуекелдің жоғары деңгейімен сипатталады. Сонымен қатар, әртүрлі типтегі (әлеуметтік-экономикалық, техникалық және т.б.) Smart City күрделі динамикалық жүйелерінің тиімді дамуына қол жеткізуге қажетті мақсаттарды анықтаумен байланысты. Урбанистика саласындағы ірі жобалар үшін табыс көбінесе жүйеге әсер ететін барлық факторларды ескере отырып, қалалық инфрақұрылымды дамыту стратегияларын жоспарлау мен оңтайлы таңдауға, сондай-ақ әр түрлі белгісіздіктер мен тәуекелдерді есепке алу және оның алдын алумен байланысты болады. Аталған міндеттерді тиімді шешудің негізгі бағыты Smart City-ді даму барысындағы динамикалық жоспарлау (ДЖ) болып табылады.

Бүгінгі таңда динамикалық жоспарлау - қазіргі заманғы менеджмент пен стратегиялық басқарудың, күрделі жүйелердің, атап айтқанда, жылдам дамып келе жатқан Smart City дамуын талдау мен жоспарлаудың тиімді жүйелік құралдарының бірі. Динамикалық жоспарлау рационалды әлеуметтік-экономикалық саясатты құру мен дамытудың тиімді әдісі болып табылады, сондай-ақ инновациялық технологияларды немесе ауқымды инженерлік жобаларды терең талдау мен тиімді дамыту мақсатында қолданылады.

Динамикалық жоспарлауда басқа жоспарлау түрлерінен ерекшеленетін үш ерекшелігі бар. Біріншіден, жүйе жоспарды құру кезінде тәуекелдер мен әртүрлі белгісіздіктердің болуын және олардың уақыт ағымымен өзгеруін ескере отырып, уақытпен қарастырылады. Бұдан басқа, болашақ жоспардың тиімділігіне және ортаның кез келген өзгерістерін есепке алуға байланысты

міндетті түрде болжамдар жасау. Демек, ыңғайлы жоспар құру және жүйенің даму нәтижелеріне әсер ететін оқиғаларға сәйкес оны түзету қажет. Екіншіден, жоспарлау ұзақ мерзімді сипатқа ие, өйткені тек қысқа мерзімді мақсаттар ғана емес, сонымен қатар ұзақ мерзімді мақсаттар да қарастырылады. Үшіншіден ағымдағы бастапқы деректер үшін ең жақсы нәтижелерге қол жеткізу мақсатында жоспарды құру үдерісі эволюциялық сипатқа ие.

Динамикалық жоспарды құру мынадай элементтерді қамтиды: динамикалық жоспардың мақсаттарын анықтау, жоспарлауға уақытша шектеулерді анықтау, жоспардың құрылымын таңдау (кезеңдерді анықтау), жоспардың әрбір кезеңінің құрылымын таңдау, жоспарлаудың әрбір кезеңінде белгісіздік пен тәуекелдерді бағалау, жоспарлаудың негізгі тапсырмаларын шешу әдістерін белгілеу, жоспарлардың модельдерін құру, болжамдарды бағалау және шешімдер қабылдау, сондай-ақ құрылған жоспардың тиімділігін бағалау.

ДЖ негізі әртүрлі математикалық модельдерді, жағдайларды талдау және шешім қабылдау әдістерін, сондай-ақ тәуекел мен белгісіздік жағдайында пайдалануға бағытталған АТ жүйелі пайдалану болып табылады. Сондай-ақ сыртқы ортадағы және Smart City түрлі элементтеріндегі, даму жоспарлары мен болжамдарын құру үшін, сондай-ақ стратегиялық жоспарлау және басқару тапсырмаларын шешу үшін, жылдам құрылымдық өзгерістер ескерілді. Smart City жүйесінің және әр түрлі типтегі үдерістердің дамуын жоспарлау және болжау Smart City жұмыс істейтін жүйенің өзі және сыртқы орта тудыратын әр түрлі белгісіздіктерді, сызықты емес және тәуекелдерді жеңумен байланысты. Ситуациялық белгісіздік, жүйенің және сыртқы ортаның әртүрлі параметрлерінің дәл еместігі және белгісіздігі, жүйе туралы ақпараттың жеткіліксіздігі, Smart City–де де, сыртқы ортада да жүретін үдерістердің сызықтық еместігі және стохастикалығы, сондай-ақ көптеген тәуекелдер сияқты әртүрлі типтегі белгісіздіктердің болуы - осы аталған белгілердің барлығы, Smart City инфрақұрылымының ДЖ міндеттерін шешуде әлсіз құрылымдалғаны және қиын ресімделгені мәселе тудырады. Қазіргі уақытта Smart City динамикалық жоспарлаудың ғылыми-қолданбалы саласы көптеген ғылыми, эконометрикалық және ақпараттық салалардың ең жаңа жетістіктерін жинақтайды және инновациялық технологияларға жатады. Сонымен қатар, бұл әртүрлі иерархиялық деңгейлерде күрделі динамикалық жүйелердің дамуын жоспарлау мен болжаудың тиімді құралы. Smart City үшін тиімді жоспарлау қажеттілігі жыл сайын өсіп келеді және оның көмегімен Smart City зерттеу және талдау міндеттерін олардың құрылымын оңтайландыру, негізгі тәуекелдерді сәйкестендіру мен айқындау және олардың жұмыс істеуінің, дамуы мен басқарудың неғұрлым ықтимал және орынды жолдарын таңдау үшін тиімді динамикалық жоспарлар құру арқылы тиімді шешуге болатын ақпараттық-аналитикалық жүйелерді құру түріндегі ақпараттық қолдауды талап етеді.

Демек, Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлау барысында шешімдерді қабылдауды қолдау үшін технологияларды дамытуда инвесторлардың қызығушылығы және Smart City дамуының негізделген жоспар синтезі.

Жұмыстың ғылыми бағдарламалармен байланысы. Орындалған зерттеулер мен диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасы үкіметінің № 827 Қаулысымен 2017 жылы 12 желтоқсанында бекітілген «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасына сәйкес келеді.

Зерттеудің мақсаты – Smart City дамуынағы динамикалық жоспарлау барысында шешімдер қабылдауды қолдау үшін модельдерді, әдістерді және ақпараттық технологияларды дамыту.

Осы мақсатқа жету үшін келесі тапсырмаларды шешу қажет:

1) Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлау барысында шешімдер қабылдау үдерісінің тиімділігін арттыру жолдарын талдау;

2) Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлаудың жекелеген факторларында келісілген индикаторларды жұптық салыстырудағы матрицаларды (ИЖСМ) қалыптастыруға мүмкіндік беретін иерархияларды талдаудың модификацияланған әдісін (ИТМӘ) әзірлеу;

3) Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлау барысында көп жобалы ортадағы жобалық тәуекелді модельдеу параметрлерін ескере отырып, жобалық тәуекелді тиімді басқару әдісін толықтыру;

4) Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлау тапсырмаларын қарастыру барысында шешімдерді қабылдаудың топтық әдістері негізінде программалық өнімді әзірлеу және тестілеу.

Зерттеу саласы – Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлау бойынша шешімдер қабылдау үдерістері.

Зерттеу пәні – Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлау барысында шешім қабылдауды қолдау жүйесі үшін әдістер мен модельдер.

Зерттеу әдістері. Зерттеу барысында пәндік саланың ерекшеліктерін және диссертацияның тұжырымдалған тапсырмаларын ескере отырып:

- иерархияны талдау әдісі (жеке факторларда Smart City-дің дамуын динамикалық жоспарлаудың келісілген ИЖСМ қалыптастыру, факторларды салыстырудың келісілген матрицасын құру және Smart City-дің дамуындағы динамикалық жоспарлаудың факторлық-индикаторлық бағалары негізінде глобальды өлшемшартты айқындау үшін);

- ойын теориясының әдістері (Smart City дамуындағы ДЖ барысында жобалық тәуекелді басқару жөніндегі тапсырмалар үшін);

- компьютерлік модельдеу әдістері (есептеу эксперименттері үшін);

- шешім қабылдауды қолдау жүйесін жобалауға арналған әдістер мен модельдер (Smart City дамуындағы ДЖ нұсқаларын бағалау барысында шешімдер жиынын автоматтандырылған генерациялау үшін (қарастырылатын тапсырмалар үшін); жалпы ШҚҚЖ және оның жеке модульдерін әзірлеу үшін объектілі-бағытталған программалаудың парадигмасы, принциптері мен әдістері қолданылды.

Ғылыми жаңалығы:

– жекелеген факторларда индикаторларды жұптық салыстырудың келісілген матрицаларын (ИЖСМ) қалыптастыру, факторларды салыстырудың келісілген матрицасын құру және факторлық-индикаторлық бағалау негізінде глобальды критерийді анықтау жолымен иерархияларды талдаудың модификацияланған әдісі (ИТМӘ) ұсынылды;

– Smart City дамуының динамикалық жоспарларын құрудың негізгі қадамдарын формалдау әдістемесі, ол қолданыстағыларға қарағанда, факторларды иерархияға саралау тапсырмасын шешу және Smart City даму параметрлерін бағалаудың көп қабатты моделін құру декомпозициясының кезеңімен толықтырылды;

– Smart City дамуын динамикалық жоспарлау барысында жобалық тәуекелді тиімді басқару әдісі дамытылды, сондай-ақ көп жобалы ортадағы жобалық тәуекелді модельдеу параметрлері ескерілді және қолданыстағы шешімдерден айырмашылығы, көп сатылы дәрежелі ойындардың математикалық аппаратын, сондай-ақ бірнеше терминалды беті бар сапалы ойындарды пайдалану негізінде жобалық тәуекелді басқару, Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлау барысында инвестицияларды жоғалту тәуекелі ретінде сипатталды.

Практикалық құндылық.

Программалық шешім және ШҚҚЖ модуліне арналған негізгі формалар, иерархияларды талдаудың модификацияланған әдісі C# тілінде жүзеге асырылғаны сипатталды. ИТМӘ программалық іске асыру жекелеген өлшемшарттарда (немесе факторларда) келісілген ИЖСМ қалыптастыру, факторларды салыстырудың келісілген матрицасын құру және факторлық-индикаторлық бағалау негізінде глобальды критерийлерді айқындау жолымен орындалды. Осы модульді тестілеу барысында Smart City дамыту жоспарларының энергия тиімділігі деңгейін бағалау тапсырмасының мысалында, ұсынылып отырған әдісті және жалпы ДЖ әдістемесін пайдалану әртүрлі атаулы факторларды сараптамалық бағалау процедурасын реттеуге, алгоритмдеуге және түзетуге және Smart City дамуындағы ДЖ барысында шешімдер қабылдау үдерісін қалыптастыруға алынатын нәтижелердің сапасын арттыруға мүмкіндік беретіні көрсетілді.

Smart City дамуындағы ДЖ барысында инвестицияларды жоғалту тәуекелдерін бағалау кезінде C# тілінде модельді іске асыратын ШҚҚЖ модуліне арналған программалық шешім мен негізгі формалар ұсынылды. Қолданыстағы шешімдерден айырмашылығы, ұсынылған модель және оны программалық іске асыру Smart City дамуындағы ДЖ барысында инвестицияларды жоғалту тәуекелдерін бағалау кезінде нақты ұсынымдар береді. Модуль көп сатылы дәрежедегі ойындардың математикалық аппаратын және бірнеше терминалды беттері бар сапалы ойындарды қолдану негізінде жүзеге асырылды. Тәуекелдердің қанағаттанарлықсыз болжамы кезінде тараптардың қолайлы қаржылық нәтижеге қол жеткізуі мақсатында инвестициялау үдерісінің параметрлерін икемді түзетуге болатындығы көрсетілді (Smart City даму жоспарларының энергия тиімділігіне байланысты жобаны бағалау мысалында).

Диссертациялық жұмыстың нәтижесі бойынша 1 авторлық куәлік алынды.

Ізденушінің жеке үлесі. Қорғауға шығарылатын диссертациялық жұмыстың барлық нәтижелерін докторант өзі орындады. Негізгі нәтижелер арасында: иерархияларды талдаудың модификацияланған әдісі (ИТМӘ), бұған жекелеген факторларда келісілген ИЖСМ қалыптастыру, факторларды салыстырудың келісілген матрицасын құру және факторлық-индикаторлық

бағалау негізінде глобалды өлшемшартты айқындау жолымен қол жеткізілді; Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлау барысында жобалық тәуекелді тиімді басқару әдісі, сондай-ақ көп жобалы ортада жобалық тәуекелді модельдеу толықтырылды; Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлау барысында инвестицияларды жоғалту тәуекелдерін бағалау кезінде ШҚҚЖ-не арналған модель.

Диссертация нәтижелерін апробациялау. Диссертацияның негізгі ережелері мен зерттеу нәтижелері конференциялар мен кафедраның ғылыми семинарларында баяндалды және талқыланды:

1. Студенттер мен жас ғалымдардың XV Халықаралық ғылыми конференциясы «Gylym jane bilim – 2020» (Қазақстан, Нұр-Сұлтан, Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, 2020 ж).

2. «Ғылым және инновациялар: жаңалықтар, мәселелер мен жетістіктер» атты Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы (Қазақстан, Алматы, 2020 ж).

3. «Энергетика, инфокоммуникациялық технологиялар және жоғары білім» атты XI Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясы (Қазақстан, Алматы, АЭЖБУ, 2020 ж).

4. "Логистика, көлік және білім берудегі инновациялық технологиялар" атты Халықаралық конгресі. (Қазақстан, Алматы, АЛТ, 2021 ж).

5. Жарияланымдар. Диссертацияның негізгі нәтижелері 12 басылымда жарияланды, оның ішінде Scopus деректер қорына кіретін журналдарда – 2 мақала, ҚР БҒМ БҒССҚК ұсынған журналдарда – 4 мақала; халықаралық конференциялар материалдарында – 4 мақала, және басқа да басылымдарда – 2 мақала жарияланды. Сонымен қатар, авторлық куәлік алынды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан тұрады. Жалпы диссертациялық жұмыстың көлемі 127 бет, соның ішінде, 38 сурет, 8 кесте, 124 пайдаланылған дереккөздер мен 3 қосымша.

Кіріспеде зерттеудің өзектілігі анықталды, тақырыпқа байланысты мәселелер көрсетілді, тақырыптың ғылыми әзірлену дәрежесі зерттелді, зерттеу объектісі мен пәні, мақсаты анықталды, міндеттер тұжырымдалды және қорғауға шығарылатын негізгі ережелер ұсынылды.

Бірінші тарауда Smart City-ді дамытуды динамикалық жоспарлау үшін алдыңғы зерттеулер мен ақпараттық технологияларға талдау, қалалық инфрақұрылымды дамыту бойынша шешім қабылдауды қолдаудың ақпараттық жүйелеріне талдау, күрделі жүйелердің дамуына әсер ететін тәуекелдерді модельдеу саласындағы алдыңғы зерттеулерге талдау, сондай-ақ күрделі жүйелердің дамуын динамикалық жоспарлау үдерісінде талдаудың көп өлшемді және көп мақсатты әдістері мен шешім қабылдау жүргізілді. Сондай-ақ, бұл тарауда диссертациялық зерттеудің негізгі түсініктері келтірілген, түсіндірме берілген. Smart City-ді дамыту бойынша жоспарлау мен болжаудың қазіргі заманғы ақпараттық технологияларының жаңа құралы ретінде динамикалық жоспарлау және шешім қабылдау міндеттерін тиімді шешу мәселесі, сондай-ақ осы мәселелерді ғылыми және әдіснамалық зерттеудің жеткіліксіз деңгейі осы салада жаңа терең зерттеулер жүргізуді өзекті етеді. Зерттеу тапсырмасының тұжырымы келтірілген.

ДЖ тапсырмасының қойылымы мынадай белгілер бойынша ажыратылуы мүмкін: тапсырмалар арасындағы байланыстардың болуы, Smart City (жедел немесе мерзімінен бұрын) салынып жатқан даму жоспарының типі, әртүрлі типтегі белгісіздіктердің және тәуекелдердің болуы, нысаналы функциялар мен шектеулердің типі.

Smart City динамикалық даму жоспарын құру кезінде әртүрлі кезеңдерде келесі негізгі міндеттерді шешу қажеттілігі туындайды:

1. Ақпаратты талдау міндеттері. Бұл кезеңде ақпарат талданады және жоспарды құру мақсаттары анықталады (басты және көмекші) және оларды саралау орындалады.

2. Динамикалық жоспардың құрылымын құру міндеттері (кезеңдердің құрамы мен саны). Бұдан басқа, жоспардың ықтимал нұсқалары, олардың құрылымы және жоспар үшін уақытша шектеулер егжей-тегжейлі анықталынады.

3. Smart City дамуының белгісіздіктері мен тәуекелдерін анықтау және есепке алу міндеттері.

4. Динамикалық жоспарды модельдеу тапсырмалары. Smart City даму жоспарының құрылымы мен параметрлері модельденіледі.

5. Жоспарлаудың басты көрсеткіштерін болжау.

6. Барлық өлшемдерді және жоспардың тиімділігін бағалауды ескере отырып, Smart City даму жоспарының оңтайлы нұсқасын таңдау және шешімдер қабылдау.

Екінші тарауда Smart City-ді дамытуды динамикалық жоспарлаудың басты міндеттері мен кезеңдері айқындалды.

Smart City-ді дамытуды тиімді динамикалық жоспарлау міндеттерін шешу және шешім қабылдау үшін жоспарлау объектілері жұмыс істейтін сыртқы ортаны талдау (ағымдағы ахуалды талдау) қажет. Сыртқы орта жоспарлау кезінде алға қойылған мақсаттарға жету мүмкіндігі мен қабілетіне тікелей немесе жанама әсер ететін экономикалық, әлеуметтік және саяси факторлар мен субъектілердің жиынтығы ретінде анықталады. Smart City-ді дамытуды динамикалық жоспарлау міндеттерін шешу мақсатында сыртқы ортада бағдарлану үшін сыртқы ортаның (жағдайдың) негізгі сипаттамаларын нақты айқындау қажет. Сыртқы ортаның келесі негізгі сипаттамаларын анықтауға болады:

1. Күрделілік - Smart City дамытуды жоспарлау үдерісіне әсер ететін факторлардың саны мен әртүрлілігі;

2. Факторлар арасындағы байланыстар жиынтығы, яғни бір параметрдің (фактордың) өзгеруі Smart City даму жоспарының басқа параметрлерінің өзгеруіне әсер ететін күш;

3. Динамикалық - сыртқы ортада өзгерістер болатын жылдамдық (жағдайдың өзгеруі) және бастапқыда әзірленген Smart City даму жоспарына әсер ету жылдамдығы;

4. Белгісіздік (әлсіз құрылым).

Осындай ақпараттық сипаттамаларды бөлектеу, әзірлеу және қоршаған ортаны сипаттау үшін ақпаратты талдау жүйелі тәсілді қолдану және сыртқы ортаны Smart City-дің әзірленіп жатқан даму жоспарына әсер ететін жүйе немесе жүйелер жиынтығы ретінде қарастыру қажет екенін көрсетеді. Дәл осы

тәсіл аясында кез-келген объектіні құрылымдалған жүйе түрінде ұсыну, жүйенің элементтерін, олардың арасындағы қатынастарды және элементтердің және тұтас жүйенің даму динамикасын ажырату әдетке айналады. Сондықтан Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлаудың әртүрлі кезеңдерінде сыртқы ортаны зерделеу және одан әрі пайдалану үшін қажетті ақпаратты жинақтау үшін пайдаланылатын ақпаратты талдау және өңдеу динамикалық жоспарлаудың қажетті компоненті ретінде қарастырылуы қажет.

Динамикалық жоспарлау мәселелерін шешудің тізбектілігі жасалды. Smart City дамытуды динамикалық жоспарлау есебінің математикалық қойылымы ұсынылды. Smart City-ді дамыту бойынша динамикалық жоспарлар құрудың негізгі қадамдары ресмилендірілді. Көп өлшемді таңдау есептерінің түрлері мен көп өлшемді таңдау механизмдерінің жіктелуі ұсынылды. Smart City-ді дамыту бойынша динамикалық жоспарлау және шешімдер қабылдау міндеттерінде таңдау әдіснамасы мен рәсімі әзірленді. Сондай-ақ, Smart City-ді дамытуды динамикалық жоспарлау міндеттерін тиімді шешуді қамтамасыз ету үшін ақпараттық технологиялардың мынадай түрлерін әзірлеу және пайдалану қажет: ақпаратты талдау және бағалау; динамикалық жоспарларды модельдеу; болжау; шешім қабылдауды қолдау. Деректерді талдау, модельдеу, болжау және шешімдер қабылдау әдістерін жүйелі пайдалану негізінде Smart City дамытуды динамикалық жоспарлау міндеттерін шешу үшін ақпараттық технологияларды синтездеу әдісі әзірленді. Smart City дамытуды жоспарлау міндеттерінің әр түрлері үшін ақпараттық технологияларды пайдалану әдістемесі ұсынылды. Факторларды иерархияға саралау мәселесін шешудің және Smart City даму параметрін бағалаудың көп қабатты моделін құрудың мысалы қарастырылды. Осындай параметр ретінде объектілердің энергия тиімділігі қарастырылды және факторларды саралау процесі сипатталды. Иерархияны талдау әдісі жеке факторлардағы индикаторларды жұптасып салыстырудың келісілген матрицаларын құру арқылы өзгертілді. Ұсынылып отырған әдістемені пайдалану әр түрлі факторларды сараптамалық бағалау рәсімін реттеуге, алгоритмдеуге және түзетуге және Smart City дамытуды динамикалық жоспарлау барысында шешім қабылдау үдерісін қалыптастыруға, алынатын нәтижелердің сапасын арттыруға мүмкіндік беретіні көрсетілді.

Диссертацияның үшінші тарауында Smart City дамуын динамикалық жоспарлау кезінде жобалық тәуекелдерді тиімді басқару әдісі, сондай-ақ көп жобалық ортадағы жобалық тәуекелдерді модельдеу ұсынылды.

Тәуекелдерді басқару мәселесі өте кең және маңызды, өйткені ол адам қызметінің әртүрлі салаларында пайда болады. Сонымен қатар, тәуекел ұғымы қолдану саласына байланысты әр түрлі жолдармен анықталады және дәл жобалау қызметінде (стратегиялық жоспарлау, динамикалық жоспарлау, жобаны басқару және оның орындалу барысын жедел түзету) тәуекелдердің алуан түрлері пайда болады.

Өз кезегінде, басқарудың жобалық түрі барған сайын танымал болып келеді, бұл ақпараттық технологиялар саласындағы динамикалық дамумен байланысты, өйткені іс жүзінде бұл салада қызмет түрлері бірегей болып табылады, өнім тез жаңартылады, мақсатқа қол жеткізу үшін қолда бар ресурстарды тиімді үйлестіру қажет, сондай – ақ әрбір өнім үшін-ақпараттық

жүйе немесе нақты ақпараттандыру нысаны (АН) үшін уақыт бойынша шекаралар нақты айқындалады. Атап айтқанда, Smart City-де энергия және су бөлуді басқарудың, қоршаған орта мониторингінің, жол жағдайының және т.б. жергілікті тапсырмаларына арналған программалық немесе аппараттық қамтамасыз ету жобалары туралы сөз болып отыр.

Сондықтан, Smart City-ді дамуындағы динамикалық жоспарлау және тиісті жобалық қызмет кезіндегі зерттеу және тәуекелдерді басқару мәселелері теориялық және практикалық тұрғыдан маңызды және өзекті болып табылады.

Әдістің тиімділігін тексеру үшін имитациялық модельдеу жасалды. Көп жобалы ортада Smart City үшін АТ дамытудың екі жобасы арасында ресурстарды тиімді бөлу мысалдары қарастырылды. Сипатталған әдісті бәсекелестік жағдайында көп жобалық ортада жұмыс істейтін жобалар арасында жаңартылмайтын ресурстарды бөлу үшін қолданған жөн.

Smart City дамытуды динамикалық жоспарлау барысында инвестицияны жоғалту тәуекелдерін бағалау кезінде шешім қабылдауды қолдау жүйесінің (ШҚҚЖ) есептеу ядросына арналған модель ұсынылды. Қолданыстағы шешімдерден айырмашылығы, ұсынылған модель Smart City-дің дамуын динамикалық жоспарлау барысында инвестицияларды жоғалту тәуекелдерін бағалау кезінде нақты ұсыныстар береді, бұл көп сатылы дәрежедегі ойындардың математикалық аппаратын және бірнеше терминалды беттері бар сапалы ойындарды пайдалану негізінде. Тәуекелдердің қанағаттанарлықсыз болжамы болған кезінде, екі жақ қолайлы қаржылық нәтижеге қол жеткізуі мақсатында инвестициялау үдерісінің параметрлерін икемді түзету мүмкін болады.

Қарастырылған тәсілдің ерекшелігі - бірнеше терминалды беттері бар сапалы бейсыздықты көп сатылы ойынды және аралас стратегия класында шешілетін дәреже ойынын шешуге негізделген құралдарды қолдану болып табылды. Есептеу эксперименттері Maple математикалық модельдеу пакетін қолдану арқылы жүргізілді.

Алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығы - шешім қабылдауды қолдау жүйесі әзірленді. ШҚҚЖ көп сатылы ойындар теориясының әдістерін қолдануға негізделген тәуекелдерді бағалау моделі жүзеге асырылды. Әзірленген ШҚҚЖ Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлау және инвестициялаудан нақты қайтарым барысында инвестицияларды жоғалту тәуекелдерін болжау деректерінің алшақтығын азайтуға мүмкіндік береді.

Төртінші тарауда шешім қабылдаудың топтық әдістері негізінде динамикалық жоспарлау міндеттерін қарау барысында шешім қабылдауды қолдаудың көп модульді жүйесін программалық іске асырудың практикалық аспектілері қарастырылды.

Шешім қабылдауды қолдау жүйесін жобалау кезінде Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлау және басқарушылық шешім қабылдау тапсырмаларын шешу үшін жоспарлау және шешім қабылдау үдерісін қамтамасыз ететін барлық функционалдық модульдерді бірыңғай жүйеге біріктіру қажет.

Тарауда Smart City-ді дамытудың жекелеген жобаларын талдау барысында қабылданатын шешім және динамикалық жоспарлау міндеттерін шешуге арналған ШҚҚЖ құрылымы ұсынылды. Әзірленген ШҚҚЖ бірнеше

бағыныңқы жүйелерден тұрады және модульдік-блоктық құрылысты қамтамасыз етеді. ШҚҚЖ-нің мұндай архитектурасы оны айтарлықтай икемді іске асыруға мүмкіндік берді, бұл қажет болған жағдайда іске асырылған шешімді Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлау барысында туындайтын есептік-талдамалық міндеттерді орындауға бағытталған жаңа функционалдық модульдермен толықтыруға мүмкіндік береді. ШҚҚЖ минималистік интерфейсі ШҚҚЖ пайдаланушылары мен жүйенің ішкі элементтері арасындағы байланыс үдерісін қарапайым және интуитивті етеді және ШҚТ үшін ақпаратты енгізуді және шығаруды қамтамасыз етеді.

ШҚТ үшін интерфейс деректерді сақтаудың бағыныңқы жүйесінен бөлінген. Есептеу кезінде деректерді сақтау мен алудың мұндай ұйымы белгілі бір практикалық тапсырма үшін деректерді басқарудың оңтайлы жүйесін таңдауға мүмкіндік береді және жаңа, заманауи ДҚБЖ енгізу кезінде ШҚҚЖ болашақ құрылымдық қайта құру қажеттілігін жояды.

ШҚҚЖ негізгі бағыныңқы жүйесі тиісті модульді таңдау мәзірі арқылы көп мақсатты есептерді шешудің жалпы құрылымына сәйкес нақты мәселені талдау және шешу үдерісін жүзеге асыруды қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, белгілі бір процедураларды орындау үшін функционалды модульдердің бағыныңқы жүйесін құрамына кіретін тиісті модульдер қосылады және қолданылады. Мұндай модульдер көп мақсатты шешім қабылдау үдерісінде қолданылатын әзірленген әдістер мен тәсілдерді енгізуге арналған және ШҚҚЖ-нің басқа элементтерін түзету қажеттілігінсіз осы программалы өнімді одан әрі жетілдіру және дамыту мүмкіндігін қарастырады.

Әзірленген ШҚҚЖ архитектурасы шешім қабылдаудың басқа мәселелерін шешуге, сондай-ақ көп мақсатты оңтайландыру мен шешім қабылдаудың басқа әдістерін қолдану мүмкіндіктеріне оңай өзгертіледі.

Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлау міндеттеріне арналған көп модульді ШҚҚЖ (бұдан әрі – ШҚҚЖ) негізгі нысаны MDI қосымша ретінде жобаланды. Барлық модульдер Visual Studio 2019 программалау ортасында C# тілінде орындалды.

Бағдарламалық шешім және C# тілінде жүзеге асырылатын ШҚҚЖ модуліне арналған негізгі формалар сипатталды:

- иерархияны талдаудың модификацияланған әдісін программалық іске асыру жекелеген критерийлерде (немесе факторларда) индикаторларды жұптық салыстырудың келісілген матрицаларын қалыптастыру, факторларды салыстырудың келісілген матрицасын құру және факторлық-индикаторлық бағалау негізінде жаһандық критерийлерді айқындау жолымен орындалды;

- Smart City дамытуды динамикалық жоспарлау барысында инвестицияны жоғалту тәуекелдерін бағалау кезіндегі модель. Қолданыстағы шешімдерден айырмашылығы, ұсынылған модель және оның программалық іске асырылуы Smart City дамуындағы динамикалық жоспарлау барысында инвестициядан айырылу тәуекелдерін бағалау кезінде нақты ұсынымдар береді. Модуль көп сатылы дәрежедегі ойындардың математикалық аппаратын және бірнеше терминалды беттері бар сапалы ойындарды қолдану негізінде жүзеге асырылды. Тәуекелдердің қанағаттанарлықсыз болжамы кезінде тараптардың қолайлы қаржылық нәтижеге қол жеткізуі мақсатында инвестициялау үдерісінің параметрлерін икемді түзетуге болатындығы көрсетілді (Smart City

даму жоспарларының энергия тиімділігіне байланысты жобаны бағалау мысалы үшін).

Қорытындыда диссертациялық зерттеудің негізгі нәтижелері мен қорытындылары келтірілді. Апробация нәтижелері. Зерттеудің негізділігі мен сенімділігі тапсырманың негізделген міндеттеріне, критерийлерді талдауға және осы саладағы зерттеу жағдайына жүргізілген эксперименттердің көптігіне және оларды тәжірибеде сәтті жүзеге асыруға сәйкес келеді.