

**«6D070200 – Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ізденуші
Оспанов Ербол Амангазовичтің «Өндірістік нысандарды басқарудың
интеллектуалдық жүйелерінің шешім қабылдау алгоритмдері мен
математикалық моделін жете зерттеп жасау» тақырыбындағы
диссертациясына**

РЕСМИ РЕЦЕНЗЕНТТІҢ ПІКІРІ

1. Зерттеу тақырыбының өзектілігі және оның ғылыми және жалпы мемлекеттік бағдарламалармен (практиканың және ғылым мен техника дамуының сұраныстарымен) байланысы

Е. А. Оспановтың «Өндірістік нысандарды басқарудың интеллектуалдық жүйелерінің шешім қабылдау алгоритмдері мен математикалық моделін жете зерттеп жасау» атты диссертация тақырыбының өзектілігі ол бастапқы ақпараттың жетіспеушілігі мен анық еместігімен сипатталатын нақты технологиялық объектілердің математикалық модельдерінің пакетін зерттеуге және жетілдіруге, сондай-ақ көпкритериалды оңтайландыру есептерін шешудің және шешім қабылдаудың эвристикалық әдістерін жасақтауға арналғандығымен анықталады. Жұмыстың мақсаты мұнай өңдеу және мұнай химиясының маңызды объектілерінің бірі болып табылатын зерттеу объектісінің (бензол өндіру технологиялық кешені) жұмыс режимдерін басқару бойынша шешім қабылдау міндеттерін шешудің модельдер мен эвристикалық әдістерінің жасақталған жүйелері негізінде шешім қабылдауды қолдаудың интеллектуалдандырылған жүйелерін құру болып табылады.

Ғылыми зерттеулерде мұнай өңдеу және мұнай химиясы қондырғылары болып табылатын технологиялық агрегаттар кешені модельдер жүйесін жасақтау мәселелері, көп критерийлілік және бастапқы ақпараттың анық еместігі жағдайында олардың жұмыс режимдерін оңтайландыру әдістері әлі толық шешілмеген. Осыған байланысты, бастапқы ақпараттың анық еместігін ескере отырып, компьютерлік және интеллектуалды технологияларды қолданумен технологиялық жүйелердің математикалық модельдерін жасақтау және жүйелік талдау негізінде олардың жұмыс режимдерін басқару қазіргі уақытта өте өзекті болып табылады. Зерттеу тақырыбы Қазақстан Республикасының мұнай өңдеу және мұнай-химия өндірісінің ғылымын дамытудың жалпы ғылыми және жалпы мемлекеттік бағдарламаларымен (практика және ғылым мен техниканы дамыту сұраныстары) байланысты. Диссертациялық жұмыс Еуразия ұлттық университетінің ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспарына сәйкес орындалған. Зерттеу барысында шаруашылық келісім және ынталы ҒЗЖ және жобалар орындалды.

2 Диссертацияларға қойылатын талап деңгейіндегі ғылыми нәтижелері

Диссертациялық жұмыс аяқталған ғылыми-зерттеу жұмысы болып табылады, онда анықсыздық жағдайында жүйелік модельдеу және көпкритериалды оңтайландыру жолымен технологиялық кешендердің жұмыс режимдерін басқару және математикалық модельдерді жасақтау үшін қажетті жаңа ғылыми негізделген нәтижелер бар, оларды пайдалану мұнай өңдеу және мұнай химиясының маңызды қолданбалы мәселелерін шешуді қамтамасыз етеді, сондай-ақ жаңа теориялық және практикалық нәтижелер бар, олардың жиынтығы мұнай өңдеудің математикалық әдістері мен технологияларын дамытудағы жетістік болып табылады. Диссертациялық жұмыста технологиялық кешендерді модельдеу және оңтайландыру саласында ғылыми жаңалығы бар, мұнай өңдеу және мұнай химиясы үшін практикалық маңызы бар және PhD диссертациясына қойылатын талаптарға сәйкес келетін нәтижелер алынды, зерттеу Автоматтандыру және басқару мамандығы бойынша PhD докторы ғылыми дәрежесін алу үшін дайындалған ғылыми жұмыс болып табылады. Диссертациялық жұмыста көрсетілген мамандықтың паспортына сәйкес келетін және жүйелік моделдеу әдістерін дамытуға, көпкритериалды оңтайландыруға және технологиялық объектілердің жұмыс режимін айқын емес ортада басқару бойынша шешім қабылдауға мүмкіндік беретін келесі ғылыми негізделген теориялық және практикалық нәтижелер алынды:

- *Максимин, басты критерий және Парето оптималдық принциптері* компромисстік схемаларын комбинациялау және модификациялау негізінде алғаш рет өндірістік нысандарды (бензол өндіру кешені мысалында) басқаруда айқын емес ортада көпкритерийлік таңдау есептері тұжырымдалып, жаңа қойылымдары алынған және оларды шешудің эвристикалық алгоритмдері құрылған. Олардың белгілі нәтижелерден айырмашылығы, анықсыздық шартында қолжетімді айқын емес ақпаратты максималды қолдана отырып, есептер қойылады және шешіледі.;

- химиялық-технологиялық жүйелердің (ХТЖ) модельдер пакетін құрудың ұсынылған әдістемесінің жаңалығы – жүйелік талдау көмегімен, енгізілген салыстыру және таңдау критерийлері, сонымен қатар әр түрлі сипаттағы (оның ішінде айқын емес) қолжетімді ақпараттарды қолдану арқылы, бірыңғай жүйеге біріктірілетін модельдердің тиімді түрлері құрылды.

- бензол өндіру процестерін басқару үшін интеллектуалдандырылған шешімдер қабылдау жүйесінің ұсынылған архитектурасы және оның негізгі функционалдық блоктарының басқа мұндай жүйелерден айырмашылығы, жүйе айқын емес ортада нысанның тиімді жұмыс режимдерін іздеу және таңдау үшін айқын емес ақпараттар негізінде құрылған модельдер жүйесін, эвристикалық алгоритмдерді; білім мен деректер базасын; қолданушының ыңғайлы интеллектуалды интерфейсін қамтиды.

3. Ізденушіні диссертацияда тұжырымдалған әрбір нәтижесінің, (ғылыми қағидасының), тұжырымдары мен қорытындыларының негізделуі және шынайылық дәрежесі

Математикалық модельдеу теориясының ғылыми ережелерін, көпкритериалды оңтайландыруды, айқын емес жиындар теориясын және математикалық статистика әдістерін, сараптамалық бағалауды қолдану ізденушінің әрбір нәтиженің, тұжырымы мен қорытындысының негізділігін негіздейді. Диссертацияда тұжырымдалған әрбір нәтиженің (ғылыми жағдайдың), ізденушінің тұжырымы мен қорытындысының негізділігі мен сенімділігінің жоғары дәрежелілігі мыналармен расталады:

- жүйелік талдау, математикалық модельдеу, оңтайландыру, айқын емес жиындар теориясы мен сараптамалық бағалау әдістерінің ғылыми ережелеріне негізделген қолданылатын зерттеу әдістерінің дұрыстығы;

- зерттеудің теориялық және тәжірибелік-өнеркәсіптік нәтижелерінің жеткілікті ұқсастығы (салыстырмалы қателігі 3% - дан артық емес), сондай-ақ есептерді шешу кезінде жасақталған және пайдаланылатын эвристикалық алгоритмдердің ұқсастығы, олар 3-5 цикл шегінде шешім қабылдаушы тұлғаны (ШҚТ) қанағаттандыратын шешімді қамтамасыз етеді;

- Атырау МӨЗ-нің технологиялық объектілерінде сынақ нәтижелері және автордың тікелей қатысуымен ұсынылған әдістер, алгоритмдер мен ұсынымдарды енгізумен.

Диссертация нәтижелерінің негізділігі мен шынайылығының жоғары дәрежесі мыналармен анықталады: халықаралық ғылыми конференциялар мен семинарларда алынған нәтижелерді толық байқаудан өткізу; құзыретті ғылыми журналдарда, оның ішінде Web of Science және Scopus базаларындағы импакт факторлы журналдарда және оқу құралында жеткілікті толық жариялаумен.

Автор ұсынған жаңа шешімдер бұрын белгілі шешімдермен салыстырғанда қатаң дәлелденген және сыни тұрғыдан бағаланған.

4. Ізденушінің диссертацияда тұжырымдалған әрбір нәтижесінің (ғылыми қағидасының) тұжырымдары мен қорытындыларының жаңалық дәрежесі

6D070200 – Автоматтандыру және басқару мамандығы бойынша диссертацияда тұжырымдалған ізденушінің қорытындысы және әрбір ғылыми нәтиже (ереже) қатаң негізделген.

Ізденушінің ғылыми нәтижелері мен қорытындыларының жаңашылдық дәрежесі мыналармен анықталады:

- компромистік сұлбаларды комбинациялау және модификациялау негізінде технологиялық кешеннің жұмыс режимдерін басқару бойынша шешім қабылдау есептерінің жаңа қойылымдары. Олардың белгілі нәтижелерден ерекшелігі, анықсыздық шартында қолжетімді айқын емес ақпаратты максималды қолдана отырып, есептер қойылады және шешіледі. Бұл

нәтижелердің жаңалығы: есептер оларды алдын ала эквивалентті детерминирленген міндеттерге түрлендірусіз қойылады және шешіледі, бұл жинақталған анық емес ақпаратты толық пайдалануға және бастапқы ақпараттың айқын болмауы жағдайында өндірістік объектілердің оңтайлы жұмыс режимін анықтауға мүмкіндік береді;

- ұсынылған химия-технологиялық жүйелердің (ХТЖ) модельдер жүйесін құру әдістемесінің жаңалығы – енгізілген салыстыру және таңдау критерийлері, сонымен қатар әр түрлі сипаттағы (оның ішінде айқын емес) қолжетімді ақпараттарды қолдану арқылы, бірыңғай жүйеге біріктірілетін модельдердің тиімді түрлері құрылады. Ұсынылған әдістеме анықсыздық шартында тиімді модельдерді құруға, ХТЖ-ні жүйелік моделдеуге және жүйенің «жіңішке жерін» анықтауға мүмкіндік береді;

- бензол өндіру процестерін басқару үшін интеллектуалдандырылған шешімдер қабылдау жүйесінің ұсынылған архитектурасы және оның негізгі функционалдық блоктарының басқа мұндай жүйелерден айырмашылығы, жүйе айқын емес ортада нысанның тиімді жұмыс режимдерін іздеу және таңдау үшін айқын емес ақпараттар негізінде құрылған модельдер жүйесін, эвристикалық алгоритмдерді; білім мен деректер базасын; қолданушының ыңғайлы интеллектуалды интерфейсін қамтиды;

- айқын емес ортада көпкритериалды таңдаудың ұсынылған эвристикалық алгоритмдердің зерттелген қасиеттері мен апробация нәтижелері, өндірістік практикада ғылыми зерттеулердің нәтижелерін апробациялау және пайдалану зерттелетін проблеманы шешуге ұсынылған тәсілдің тиімділігін көрсетеді.

- сапалы сараптамалық бағалаудың жасақталған әдісі, айқын емес ортада сараптамалық бағалау жүргізу мәселесін шешуге мүмкіндік береді.

5. Алынған нәтижелердің ішкі бірлігін бағалау

Жұмыс жүйелік модельдеу және шешім қабылдауды қолдаудың интеллектуалдандырылған жүйесі негізінде технологиялық кешендердің жұмыс режимдерін басқарудың маңызды өзекті проблемасын шешуге бағытталған және тұтас болып табылады.

Диссертациядағы бірлік пен бағыттылық принципі онда өзекті ғылыми мәселелерді қараумен және шешумен ғана емес, сонымен қатар зерттеу объектісі мен әдістемесінің біртұтастығының болуымен де сипатталады. Зерттеу объектісі - Атырау мұнай өңдеу зауытындағы бензол өндіру технологиялық кешені болып табылады. Зерттеу әдістеріне математикалық модельдеу, көпкритериалды оңтайландыру және шешім қабылдау әдістері, жүйелік талдау әдістері, айқын емес жиындар теориясы және сараптамалық бағалау әдістері жатады. Ішкі бірлік, сондай-ақ, тиімді математикалық әдістерді, айқын емес жиындар теориясының аппаратын, эксперименталды-статистикалық әдістерді және математикалық модельдерді жасақтауға, параметрлерді оңтайландыруға және бастапқы ақпараттың тапшылығы мен анық болмауы кезінде

технологиялық кешеннің жұмыс режимдерін басқаруға ықпал ететін сараптамалық бағалауды жүргізуге мүмкіндік беретін бірыңғай әдістемені кешенді түрде қолданумен сипатталады. Осыған байланысты жұмыс бірлік пен бағыттылық талаптарына жауап береді деп айтуға болады. Алынған нәтижелер модельдеу саласындағы өзекті қолданбалы міндеттерді шешуге және айқын емес ортада мұнай өңдеудің технологиялық объектілерін басқару бойынша шешімдер қабылдауға бағытталған.

Диссертацияда алынған жұмыстың нәтижелері мен бөлімдері ішкі бірлігімен сипатталады. Диссертация бөлімдерінде алынған нәтижелер өзара байланысты және бірегейлігімен сипатталады.

Бірінші бөлімде теориялық зерттеу жүргізілді және өндірістік объектілерді басқару кезінде математикалық модельдерді жасақтау және шешім қабылдау әдістеріне, мәселелеріне талдау жүргізілді. Зерттеу объектісін таңдау және сипаттау жүзеге асырылды.

Екінші бөлімде әртүрлі сипаттағы ақпарат (оның ішінде айқын емес ақпарат) негізінде анықсыздық жағдайында өндірістік объектілердің модельдерін құру әдістемесі жасақталды. Өндірістік объектілерді басқару бойынша шешім қабылдау есептерін шешудің эвристикалық әдістері мен алгоритмдері жасақталды.

Үшінші бөлімде жасақталған модельдер мен шешім қабылдау әдістері базасында басқару кезінде шешім қабылдауды қолдаудың интеллектуалданған жүйесінің құрылымы құрылған және негізгі функционалдық блоктары сипатталған.

Төртінші бөлімде жасақталған модельдер мен алгоритмдердің қасиеттерін зерттеу және оларды нақты өндірістік есептерді шешуде қолдану мәселелері қарастырылған.

6. Ізденушінің қол жеткізген нәтижелерінің тиісті өзекті мәселені, теориялық және қолданбалы міндетті шешуге бағытталуы

Ізденушінің диссертациясында алынған нәтижелері математикалық модельдеу жолымен технологиялық объектілерді басқарумен байланысты аса маңызды және өзекті теориялық та, қолданбалы да міндеттерді шешуге және интеллектуалдандырылған компьютерлік жүйелер базасында олардың жұмыс режимдерін оңтайландыруға бағытталған.

Теориялық тұрғыдан мынадай жаңа ғылыми нәтижелер алынды: технологиялық кешендердің математикалық модельдер жүйесін құру әдістемесі жасақталды; әртүрлі сипаттағы ақпаратты пайдалана отырып, технологиялық кешендердің математикалық модельдерін құрудың жүйелік әдісі алғаш рет ұсынылды. Айқын емес ортада сараптамалық бағалауды жүргізу проблемаларын шешу үшін сапалы сараптамалық бағалау әдісі ұсынылды; айқын емес ортада өндірістік объектілердің жұмыс режимін оңтайландырудың көпкритериалды есептерінің жаңа қойылымдары алынды және әртүрлі

компромисстік сұлбалардың модификациясы негізінде оларды іске асырудың эвристикалық алгоритмдері жасақталды.

Практикалық тұрғыда мынадай негізгі нәтижелер алынды: бензол өндіру кешенінің негізгі технологиялық агрегаттарының адекватты математикалық модельдері тұрғызылды; оңтайландыру бойынша алынған теориялық нәтижелер бензол алу процесін оңтайландыру міндеттерін қою және шешу кезінде тексерілді және жүзеге асырылды. Бензол өндіру кешені жұмысының режимдерін оңтайландыру нәтижесінде нысаналы өнім – бензол шығару 0,8% - ға ұлғайтылды, ал өнімдердің сапалық көрсеткіштері жақсарды.

Алынған нәтижелер мен ұсынылған шешімдер өндірістік жағдайларда тексерілді және сыналды (Атырау МӨЗ тарапынан қол қойылған тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтар мен енгізу актісі бар) және оң нәтижелер берді. Жұмыстың негізгі нәтижелері Атырау МӨЗ-на енгізу үшін қабылданды және Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университеті мен Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің оқу-ғылыми үрдісінде қолданылады.

7. Диссертацияның негізгі қағидаларының, нәтижелері мен қортындыларының жариялануының жеткілікті толықтығына растама

Зерттеудің негізгі мазмұны мен нәтижелері 22 ғылыми жұмыста, оның ішінде Қазақстан Республикасы Білім және Ғылым министрлігінің Білім және Ғылым саласындағы бақылау комитетінің ұсынған ғылыми басылымдарда 5 мақала, шетелдік басылымдарда 10 мақала, оның ішінде Web of Science және Scopus базасындағы журналдарда 5 және 2 мақала жарияланған.

8. Диссертация мазмұнындағы және рәсімделуіндегі кемшіліктер

Диссертациялық жұмыстың үлкен жетістіктеріне қарамастан, төменде келтірілген бірқатар кемшіліктер бар:

1. Диссертациялық жұмыста құрылған тиістілік функциялары толық сипатталмаған, функцияның құрылымы жеткілікті негізделмеген;

2. Диссертациялық жұмыстың 2 бөлімінде 55-56 беттерде тұрғызылған модельдерді параметрлік идентификациялау мәселелері жете сипатталмағанын атап өтуге болады.

3. Жұмыстың 4 бөлімінде бензол объектісінің графикалық тәуелділігі температураға байланысты ғана құрылған, басқа да графикалық тәуелділіктерді, оның ішінде 3-өлшемді кеңістікте салуға да болар еді.

4. Диссертацияда алынған зерттеулер мен ұсыныстардың нәтижелері өндіріске кеңінен енгізуді талап етеді.

Осыған қарамастан, айтылған кемшіліктер жұмыстың бағалылығын және сапасын төмендетпейді. Теориялық және практикалық зерттеулердің нәтижелері диссертациялық жұмыстың ғылыми деңгейінің жоғары екенін анықтайды.

9. Диссертацияның «Ғылыми дәрежелер беру ережелерінде» қойылған талаптарға сай келуі

Е. А. Оспановтың «Өндірістік нысандарды басқарудың интеллектуалдық жүйелерінің шешім қабылдау алгоритмдері мен математикалық моделін жете зерттеп жасау» атты диссертациялық жұмысы жоғары ғылыми деңгейде орындалған, маңызды теориялық және практикалық қызығушылық танытады және PhD докторы диссертациясына қойылатын барлық талаптарға сәйкес келеді. Жасалған ескертулер диссертациялық жұмыстың оң бағасына әсер етпейді. Диссертацияда ұсынылған қорытындылар диссертациялық жұмыстың мазмұнын толық көрсетеді.

Жоғарыда айтылғандардың негізінде өзектілігі, мазмұны және ғылыми жаңалығы бойынша диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасы білім және ғылым министрлігінің білім және ғылым саласындағы бақылау комитетінің «Дәрежелерді беру қағидалары» талаптарына сәйкес келеді, ал ізденуші **Оспанов Ербол Амангазович** «6D070200 – Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша PhD докторы дәрежесіне ие болуға лайықты деп санаймын.

Ресми рецензент:

«ҮМЗ» АҚ ғылыми орталығының бастығы,

ф-м.ғ.д., профессор



М.К. Кылышканов

Мерзімі:

*Задпись Кылышканова М.
заверю, спец-т 170 персоналу ИС
Т.А. Чернакова Пермь 06.12.2019.*