

АНДАТПА

6D070400 – «Есептеу техникасы және бағдарламалық қамтамасыз ету» мамандығы бойынша «философия докторы» (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін диссертациялар

НАЗИРОВА ӘСЕМ БАҚДӘУЛЕТҚЫЗЫ

Жаһандық оңтайландыру әдістерін қолдана отырып гравиметриялық бақылау деректерін өңдеуге арналған ақпараттық жүйе құру (гравиметрияның тікелей міндеттерін шешу мысалында)

Зерттеудің өзектілігі. Мұнай және газ кен орындарын экологиялық пайдалану үшін геологиялық барлаудың көп әдістемелік кешенін жүргізу қажет. Соңғы онжылдықтарда геологиялық және геофизикалық мәліметтерді өңдеу және талдау үшін көптеген компьютерлік технологиялар әзірленді. Автоматтандырылған және геоақпараттық жүйелерге негізделген әртүрлі ақпараттық-аналитикалық технологиялар үлкен көлемдегі деректермен жұмысты айтарлықтай жеңілдетеді, қажетті ақпаратқа қол жеткізуді тездетеді және гетерогенді объектілермен және модельдермен операцияларды геофизиканың ерте компьютерлендіру дәуіріне қарағанда әлдеқайда жылдам жасауға мүмкіндік береді. Осыған сүйене отырып, ақпараттық жүйені (АЖ) деректерді сақтау, өңдеу және талдау процедураларын оңтайландыруға, сондай-ақ нәтижелерді қабылдауға ыңғайлы жалпыланған түрде көрсетуді қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін тиімді құрал ретінде қарастыруға болады. және талдау.

Жақын және алыс шетелдерде бірқатар автоматтандырылған геофизикалық мәліметтерді өңдеу жүйелерінің болуына қарамастан, оның басқарылатын жұмысының мақсаты мұнай-газ кен орнындағы ықтимал кен орындарын бақылау үшін толыққанды, оңай қол жетімді, тар мақсатты АЖ жоқ деп айтуға болады. Мұндай АЖ бірінші кезекте гравитациялық зерттеулердің деректерін және олармен байланысты геологиялық әрі геофизикалық ақпаратты (атап айтқанда, акустикалық бақылау, нивелирлеу (яғни деформациялар деңгейін зерттеу) деректері), электр барлау деректерін өңдеу, сақтау, сондай-ақ экспресс түсіндірудің өзекті мәселесін шешуге бағытталуы керек. және т.б.). АЖ-нің бірдей маңызды мақсаты көмірсутек қорын өндіруді оңтайландыру және теріс геодинамикалық және экологиялық зардаптардың алдын алу мақсатында жоғарыда аталған өлшеу деректерінің кешенін пайдалана отырып, депозиттің жұмыс режимінің өзгеруі оларды пайдалану кезінде көмірсутек кен орнының параметрлерін болжау мәселелерін шешу болуы тиіс. Бұл қажеттіліктер жоғарыда аталған мәселелерді шешуге мүмкіндік беретін тиімді ақпараттық жүйені құрудың өзекті қажеттілігін тудырады.

Біздің елімізде кешенді геодинамикалық мониторингті қажетті құрал-жабдықтары мен білікті мамандары бар мамандандырылған сервистік

компаниялар жүзеге асырады, мұндай компаниялар «GEOKEN» ғылыми-өндірістік орталығы, «Азимут Геология» көпсалалы кәсіпорны, «GEO ENERGY GROUP» ЖШС, т.б.

Көптеген дайын мамандандырылған бағдарламалық шешімдер бар (OASIS MONTAJ, COSCAD 3D, ZondMag3D, VECTOR, SIGMA 3D), олар геодинамикалық және гравиметриялық бақылау үшін геологиялық және геофизикалық деректермен жұмыстың кең ауқымын жүзеге асырады, бірақ олар қымбат, бірақ олар үшін бейімделмеген. отандық сервистік компаниялардың деректерді зерттеу, өңдеу, сақтау және интерпретациялау әдістері мен шарттары, дайын бағдарламалық қамтамасыз етудің функционалдығы 15-30% пайдаланылады, бұл тиімді емес.

Осыған байланысты, зерттеу тақырыбы аясында нақты уақыт режиміндегі гравиметриялық деректер бойынша жер қойнауының жай-күйінің гравиметриялық мониторингі мәселесін шешуді жүзеге асыратын отандық интеграцияланған веб-ақпараттық жүйені әзірлеу міндеті өзекті болып табылады. деректердің шектеулі көлемі жағдайында гравитациялық өрістің вариацияларын өңдеу және түсіндіру қызметі. Нақты уақытта дерлік гравиметрия деректерін пайдалана отырып, жер қойнауының жай-күйін геодинамикалық бақылау мәселелерін сәтті шешу үшін таратылған деректерді өңдеу және гравитациялық өрістің вариацияларын интерпретациялау бойынша ыңғайлы отандық сервис маңызды болып табылады. Бұл қашықтан қызмет көрсетуде негізгі рөл зерттелетін геологиялық ортаның құрылымы туралы әртүрлі модельдік жорамалдар үшін тұжырымдалған гравиметрияның тікелей мәселелерін шешуге берілген.

Тікелей есептің шешімі гравитациялық аномалиялардың сипатын сенімді анықтауға ғана емес, сонымен қатар талдауға жататын модельдердің ықтимал жиынын (классын) азайтады, өйткені функционалдық мағынада мәселе гравитациялық сынақ болып табылады. Зерттелетін орта параметрлерінің әртүрлі комбинациясы бар гравиметрияның тікелей мәселесін көп реттік (итеративті) шешу потенциалды геофизикалық өрістердің мәліметтерін сандық түсіндірудің жетекші әдістерінің бірі – таңдау әдісі негізінде жатыр. Тұтастай алғанда, тікелей есептің шешімі гравитациялық өрістің өлшенген және есептелген мәндері арасындағы ең аз сәйкессіздік алынғанша геоортаның математикалық моделінің оңтайлы параметрлерін итеративті таңдауды білдіреді.

Бүгінгі күні гравиметрияның тікелей мәселесін шешудің дәстүрлі детерминирленген әдістері шешімдердің дәлдігі мен сапасына қойылатын талаптарды әрең қанағаттандырады, әсіресе бастапқы деректердің шектеулі көлемі жағдайында және геоортаның нашар болжамды динамикалық түсіру жағдайында. шешім қабылдау жылдамдығы маңызды. Таңдау әдісімен мәселені шешу үшін көп нұсқалы талдауды қолдану уақыт ресурсын арттырады, ал эвристикалық модельдерді пайдалану жаңа ақпараттың пайда болуын ескере отырып, мәселені үнемі қайта қарауды білдіреді. Сонымен қатар, ЭЕМ-нің оперативті жадының шектеулері қарапайым фигуралардың ең

аз санын пайдалануды анықтайды, ал далалық экспедициялардағы компьютерлердің есептеу қуатының шектеулері мәселенің шешімін баяулатады және мүмкін болатын шешімдерді санауды шектейді. Осыған байланысты аномалиялардың нүктелік көздері интегралды бейнелеу әдісімен сипатталатын мәлімдемеде геофизикалық есептердің шешімдерін жаһандық оңтайландырудың ықтималдық әдістерін қолдану өте маңызды.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты – көмірсутегі кен орнының экологиялық жағдайын бақылау және модельдеу үшін ақпараттық жүйені әзірлеу. АЖ берілген өнімді қабат (тереңдік диапазоны) шегінде кен орнының геологиялық ортасының бірқатар қарапайым математикалық үлгілері үшін ғаламдық оңтайландыру әдістерін пайдалана отырып, гравиметрияның тікелей мәселесін шешу арқылы кен орнының геологиялық-геофизикалық ортасының күйін модельдеуге мүмкіндік береді.

Зерттеу мақсаттары. Жоғарыда айтылғандардың барлығын ескере отырып, диссертациялық зерттеудің негізгі мақсаттары келесідей айқындалады:

— гравитациялық аномалия деректерін өңдеу мен талдаудың қолданыстағы тәсілдері мен әдістерін талдау;

— тікелей гравиметрия мәселесін шешудің тиімді әдістерін зерттеу, таңдау және негіздеу;

— қоршаған орта параметрлерін және қоршаған ортаға техногендік әсерді бағалау үшін АЖ құру принциптерін, деректерді модельдеу ережелерін және қолданыстағы АЖ-дегі ақпаратты өңдеу және жүйелік талдау технологияларын талдау, әзірленіп жатқан АЖ жобалау;

— гравитациялық өрісті далалық зерттеулердің бастапқы деректерін алдын ала өңдеу әдістемесін автоматтандыру үшін АЖ модулін әзірлеу;

— гравиметриялық зерттеулердің деректерін сақтауға, басқаруға, сондай-ақ өлшеу деректерін кейінгі өңдеуге және нәтижелерді визуализациялауға арналған АЖ модулін әзірлеу;

— геологиялық ортаның берілген бірқатар модельдері (біртекті сфера, көлденең призма, тік жиек) үшін тікелей гравиметрия мәселесін шешу арқылы гравиметриялық мониторинг деректерін өңдеуге арналған АЖ сандық модулін ғаламдық оңтайландыру әдістерімен (имитациялық күйдіру әдісі және генетикалық алгоритм) әзірлеу.

Зерттеу объектісі. Зерттеу объектісі – интеграцияланған ақпараттық жүйені әзірлеу негізінде мұнай және газ кен орындарын ұзақ мерзімді игеру нәтижесінде мүмкін болатын жағымсыз геодинамикалық салдарды бағалау және болжау процесі.

Зерттеу пәні. Зерттеу пәні гравитациялық өрістерді түсіндіру теориясының іргелі мәселелерінің бірі ретінде гравиметрияның тікелей мәселесін шешудің тиімді әдістері болып табылады.

Зерттеу әдістері. Диссертациялық жұмыста сандық модульдерді әзірлеуде келесі зерттеу әдістері қолданылды: гравиметрияның тікелей мәселесін сандық шешу әдістері (атап айтқанда, күйдіру модельдеу әдісі,

генетикалық алгоритм); модельдерді жүйелік талдау әдістері; ақпаратты өңдеу әдістері (жылдам сұрыптау, сүзу, нормалау, тегістеу және т.б.); стандартты статистикалық мәліметтерді өңдеу әдістері (орташалау, корреляция, факторизация, қателерді есептеу). АЖ қабықшасын жасау кезінде жанама түрде (жұмыс мәтінінде құжаттамасыз) ақпараттық жүйелерді жобалау және әзірлеуге арналған CASE технологиялары пайдаланылды. Жұмыс мәтінін жазуда сілтемелерді кеңейтілген іздеу әдістері, мазмұнды семантикалық талдау қатысады.

Диссертациялық зерттеудің ғылыми жаңалығы мынада: гравиметрияның тікелей мәселесін шешу үшін алғаш рет жасытуды имитациялау әдісі мен жаһандық оңтайландырудың ықтималдық әдістері болып табылатын генетикалық алгоритмнің пайдаланылғандығында, қолданылған әдістердің тиімділігінде және гравиметрия есебін шешудің әзірленген алгоритмдері бағаланды.

Қорғауға шығарылатын негізгі ғылыми ережелер:

1. Жаһандық оңтайландырудың ықтималдық әдістерін қолдана отырып, тікелей гравиметрия мәселесін шешудің тиімді әдісі: Имитациялық күйдіру әдісі, генетикалық алгоритм. Тікелей есептер сериясын шешу арқылы гравиметрияның кері мәселесі шешіледі. Ұсынылған әдіс қарапайым геометриялық пішіндегі аномалия түзетін денелердің параметрлерін гравитациялық өрістің белгілі мәніне сәйкес қанағаттанарлық дәлдікпен және жоғары жылдамдықпен анықтауға мүмкіндік береді.

2. Көмірсутектер кен орнындағы гравитациялық өрістің өзгеруін далалық зерттеулердің бастапқы деректерін автоматтандырылған алдын ала және кейінгі өңдеу алгоритмі.

3. УВ кен орнының зерттелетін аумағының жер қойнауының тығыздық құрылымын модельдеу үшін гравиметриялық зерттеулердің деректерін өңдеу мен талдаудың барлық кезеңдерін біріктіретін жаңа тұтас веб-бағдарланған ақпараттық жүйенің архитектурасы.

Геофизика деректерін өңдеудің және гравиметрия мәселелерін шешудің жекелеген автоматтандырылған және ақпараттық жүйелерінің болуына қарамастан, жекелеген орта модельдері үшін жаһандық оңтайландырудың жекелеген әдістерімен, бұл бірнеше орта модельдерінің ішінен таңдау, оларды бірнеше оңтайландыру әдістерімен талдау және модельдер мен есептеу әдістерін АЖ – ге біріктіру – тұтастай алғанда-біз білетін геофизикалық АЖ арасында әлі теңдесі жоқ.

Автордың жеке үлесі. Жұмыс авторы диссертацияда көрсетілген барлық ғылыми тәжірибелік есептерді алуға тікелей қатысты; GeoM ақпараттық жүйесінің модульдерінің жұмыс істеу алгоритмін әзірледі; аномалия түзуші денелердің оңтайлы параметрлерін таңдау үшін мәліметтер базасын дайындады; жаһандық оңтайландыру әдістерін қолдана отырып, гравиметрияның тікелей есептерін шешудің жаңа тәсілін талдап, ұсынды. Сондай-ақ автор барлық алынған нәтижелерді табиғи бақылаулармен тексерді.

Тақырыптың ғылыми-зерттеу бағдарламаларының жоспарларымен байланысы. Ұсынылған нәтижелер «Қалыптасқан жағдайларға байланысты жоғары өнімді есептеу негізінде Қазақстанның мұнай-газды аймақтарының жер қойнауының жай-күйінің гравиметриялық мониторингі мәселесін шешу үшін эксперименттік деректердің шектеулі көлемінің №. AP05135158 (Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің 2018-2020 жылдарға арналған ғылыми жобаларын гранттық қаржыландыру) геоақпараттық жүйені әзірлеу» тақырыбы бойынша Сәтбаев университетінің жобасын жүзеге асыру барысында алынды.

Алынған нәтижелердің практикалық және теориялық маңызы. Зерттеудің практикалық құндылығы қолданыстағы стандарттарға сәйкес келетін ақпараттық жүйені құру мен тестілеуде және оның көмегімен нақты бастапқы деректердің шектеулі жиынтығымен бірқатар сынақ есептерін шешуде жатыр. Жаһандық оңтайландыру әдістеріне негізделген әзірленген ақпараттық жүйені пайдалану гравитациялық өріс деректері бойынша геологиялық ортаның қарапайым үлгілерінің параметрлерін іздеуге кететін уақытты қысқартуға мүмкіндік береді.

Талапкер жұмысының нәтижелерінің теориялық маңыздылығы төмендегідей:

— гравиметрияның тікелей мәселесін шешуде генетикалық алгоритмді және күйдіру модельдеу әдісін қолдану мүмкіндіктері зерттелді және көрсетілді;

— гравитациялық өріс арқылы қоршаған ортаның геологиялық және геофизикалық үлгілерін нақтылауға мүмкіндік беретін қарапайым геологиялық пішіндегі аномалия түзуші денелердің параметрлерін жеткілікті дәлдікпен іздеу жүргізілді.

Зерттеу нәтижелерін апробациялау. Зерттеудің негізгі ережелері мен нәтижелері көптеген халықаралық ғылыми конференцияларда айтылды:

1) Цифрлық трансформация және жаһандық қоғам. Бірінші халықаралық конференция DTGS 2016, St. Санкт-Петербург, Ресей (2016, Scopus);

2) 18-ші халықаралық геоинформатика конференциясы: теориялық және қолданбалы аспектілер, Украина (2019 ж., Scopus);

3) 20-шы халықаралық геоинформатика конференциясы: теориялық және қолданбалы аспектілер, Украина (2021, Scopus);

4) «Геомодель 2020» 22-ші мұнай және газды барлау және игеру конференциясы, Ресей (2020 ж., Scopus);

5) 20-шы Халықаралық көпсалалы ғылыми геоконференция, SGEM, Болгария (2020, Scopus);

6) «Геологиялық процестер мен қоршаған ортаның экологиялық жағдайының мониторингі» XVI халықаралық ғылыми конференциясы, Украина (2022, Scopus).

Зерттеудің негізгі нәтижелері East-European Journal of Enterprise Technologies журналында (импакт-фактор 2.0, 3-квартиль) және Қазақстан

Республикасы Ұлттық ғылым академиясының жаңалықтарында, Геология және техникалық ғылымдар сериясында (импакт-фактор 2.0, Q3 квантиль).

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбы бойынша 13 мақала жарияланды, оның ішінде 2 мақала Scopus және Web of Science мәліметтер базасына енгізілген журналдарда (екі мақала да 3-тоқсанға енгізілген), 3 мақала Бақылау комитеті ұсынған басылымдарда жарияланған. Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым саласында, CiteScore жүйесімен Scopus журналдарында 5 мақала тағайындалған квантильсіз, 3 мақала халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциялар жинақтарында жарияланған. Жұмыстың нәтижелеріне 2020 жылғы 19 қарашадағы № 13336 және 2022 жылғы 25 тамыздағы № 28492 2 авторлық куәлік берілді.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және пайдаланылған қолданбалардан тұрады.

Кіріспеде диссертациялық жұмыстың тақырыбының өзектілігі негізделіп, зерттеу мақсаты тұжырымдалып, мақсатқа жетудің негізгі міндеттері айқындалып, жұмыстың ғылыми жаңалығы мен практикалық құндылығы көрсетіледі, жұмыстың жалпы сипаттамасы беріледі.

Диссертацияның мазмұны классикалық принцип бойынша құрастырылған: мәселелерді қарастыру – әдістемені жетілдіру – жүйені әзірлеу – нәтижелерді тестілеу және талдау. Сондықтан жұмыстың *бірінші тарауы* көмірсутегі кен орындарындағы геодинамикалық құбылыстарды болжау себептері мен әдістеріне шолу жасауға, оның ішінде жағымсыз салдарлардың кейбір жарқын мысалдарына, сондай-ақ гравитациялық бақылау мүмкіндіктерін талдауға арналған. Шолу геофизикалық құралдарды пайдалана отырып, көмірсутектерді өндіру учаскелеріндегі антропогендік әсерді бағалау үшін қолданыстағы ақпараттық технологияларды қысқаша талдаумен аяқталады. Тараудың қорытындылары осы технологиялардың тар бағытын қорытындылайды және зерттеудің өзектілігін растайды.

Екінші тарауда іріктеуді, қабылдамауды, тегістеуді, азайтуды, далалық ауытқуларды есептеуді, бағалауды қоса алғанда, әзірленетін ақпараттық жүйенің (АЖ) ортасында гравиметриялық деректерді дереу өлшеу және өңдеу процедураларының мысалын пайдалана отырып, геодинамикалық процестерді бағалау әдістемесі көрсетілген. өлшеу дәлдігі, визуализация және мәліметтер базасын қалыптастыру.

Бірқатар геометриялық дұрыс денелер үшін детерминирленген тұжырымда гравиметрияның тікелей есебін (ГТЕ) шешу арқылы орта модельдердің параметрлерін бағалаудың жалпыланған әдісі сипатталған. ГТЕ шешімін стохастикалық жаһандық оңтайландырудың генетикалық әдістерінің мүмкіндіктеріне шолу берілген. Белгілі бір алгоритмдерді таңдау (жазуды модельдеу, генетикалық алгоритм) негізделген, оның ішінде геоортаның бірнеше параметрлерін бір уақытта оңтайландыру, параметрлерді жаңа жағдайларға бейімдеу, бастапқы модельдің априорлық шарттау қадамдарын

азайту мүмкіндігі ретінде. қоршаған орта. Қоршаған ортаның үш түрлі математикалық моделі үшін жоғарыда аталған алгоритмдердің қадамдарының орындалуы сипатталған. Оның бірнеше бастапқы үлгілеріне сәйкес орта параметрлерін дәйекті таңдау әзірленген АЖ құрылымының маңызды артықшылығы болып табылады.

Үшінші тарауда АЖ және оның әртүрлі құрамдас бөліктерінің жұмыс процестерінің функционалдық моделі, сондай-ақ оның әртүрлі деңгейлер мен функцияларға ыдырау нәтижелері (алдын ала өңдеу, аномалияны есептеу, ГТЕ шешімі, визуализация, жиынтық деректер базасы, оңтайландыру), оның ішінде ГАЖ-ға көбірек тән картографиялық визуализация функциялары. Жалпы АЖ диаграммасы PostgreSQL негізіндегі АЖ негізгі құрамдас бөлігі ретінде деректер қорын құру аспектілеріне арналған бөлімшеде берілген. Қателерді өңдеуді, түзетулерді енгізуді және нивелирлеу деректері негізінде тік ығысулардың жиынтық профилдерін құруды қоса алғанда, бақылау циклдары бойынша өлшемдерді өңдеу процедурасының бағдарламалық қамтамасыз етілуі егжей-тегжейлі қарастырылған. Соңғы мүмкіндік АЖ-ны айтарлықтай байытады және оны күрделі етеді. ГТЕ шешуге арналған сандық модульдердің интерфейсі (деректерді енгізу, есептеу) және деректерді визуализациялау аспектілері (стилизация, векторлық қабаттасу) көрсетілген. Экрандық пішіндердің дизайны туралы дауласуға болады, бірақ олардың өнімділігі тәжірибемен дәлелденді. Жобалау нәтижесі модульдерді бір АЖ қабықшасына логикалық біріктіру болып табылады.

Төртінші тарау сынақ есептерінің сериясын шешу арқылы АЖ жұмыс үрдісі мен сандық тұрақтылығын тестілеуге арналған. Бірқатар сынақ (синтетикалық) мысалдарды шешу және талдау нәтижесінде дәлдік пен жылдамдық бойынша АЖ жақсы тұрақтылығы мен қолайлы тиімділігі көрсетілді.

Қорытындылай келе, диссертациялық жұмыс аясында атқарылған жұмыстардың қорытындысы шығарылды.

Диссертацияның мазмұны *пайдаланылған әдебиеттер мен қосымшалар тізімімен* аяқталады.