КЕНЖЕБАЕВА МЕРЕЙ ОМАРОВНА

МҰНАЙ-ГАЗДЫ КЕН ОРЫНДАРЫ ҮШІН ГРАВИМЕТРИЯНЫҢ КЕРІ ЕСЕБІ

6D060300 – «Механика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін диссертациясына

АҢДАТПА

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Негізгі заманауи әлемде энергия тасымалдаушылардың ішінде мұнай ерекше орын алады, әлемдік экономикаға айтарлықтай әсер ететін стратегиялық маңызды өнім болып қала береді. Мұнай өндіру көлемінің ұлғаюы кен орнының жер қойнауындағы мұнайдың нақты орналасу деректеріне тікелей байланысты.

Мұнай өндірудегі негізгі кезеңдердің ішінде энергия мен еңбек сыйымдылығы бойынша мұнай-газ кен орнын барлау кезеңін бөліп көрсетуге болады. Бұл үлкен еңбек, уақыт және қаражат шығындарымен байланысты. Барлау жұмыстарының техникалық-экономикалық көрсеткіштеріне өлшеу құралдары мен құралдарының дәлдігі, олардың жұмыс режимдерін ұйымдастыру, қоршаған ортаның аспаптардың көрсеткіштерін өлшеуге әсері және тағыда басқа сияқты факторлар әсер етеді. Бұл ретте мұнай-газ кен орнын пайдалану тәжірибесінен экстракция процесінде мұнай қысымның және басқа факторлардың әсерінен көрші кеңістіктерге ағып кетуі мүмкін екендігі белгілі, бұл өндіру процесін қиындатады. Бұл күрделі өзара әрекеттесу нәтижесінде техникалық, технологиялық және геологиялық факторларға байланысты кен орнының пайдалану жұмысындағы күрделі физикалық процестер мен құбылыстарға байланысты орын алады. Мұнайдың үлкен кеңістіктік қозғалыстары әдетте кездейсоқ болады. Атмосфералық қысым күштерінің әсері және басқа да күрделі факторлар. Олардың барлығы мұнай-газ кен орнын пайдалану кезіндегі одан әрі іс-қимылдарды болжау мақсатында аталған факторлардың мұнай қозғалысының динамикасына әсерін мұқият зерттеуді талап етеді.

Бұл мәселелердің қазіргі жағдайы аз зерттелген. Негізінде барлау жұмыстары кен орнын бастапқы кезінде жүргізіледі және үлкен уақыт пен қаржылық шығындарға байланысты қайта жүргізілмейді. Бастапқы барлау деректері қарастырылып отырған проблемалардың ауқымын едәуір кішірейтуге мүмкіндік береді және олардың алғашқы жуықтауын ғана береді, соның негізінде жедел барлау жасауға болады. Сонымен қатар, гравиметриялық мәліметтердің саны өте шектеулі, олар шешудің математикалық жағын қиындатады. Қолданыстағы математикалық модельдер, әдетте, гравиметрияның кері есептерін жан-жақты сапалы және толық сандық талдау жасамайды. Жоғары есептеу құралдарының мүмкіндігі тұрғысынан мұнай-газ кен орындарын барлаудың заманауи математикалық модельдерін әзірлеу қажет. Жер қойнауын өндіру бойынша үздіксіз жұмыстарды қамтамасыз ету мақсатында мұнай өндіру процесінде мұнай кен орнының динамикасын талдау үшін өнімділігі жоғары есептеу кешендері мен визуализация пакеттерін қолдана отырып, оларды шешудің заманауи математикалық әдістерін қолдануы.

Осылайша, **зерттеу тақырыбының өзектілігі** күмән тудырмайды, ғылыми және практикалық қызығушылық тудырады.

Жұмыстың мақсаты: мұнай-газ кен орындары үшін гравитациялық өлшеулер (гравиразведка) деректері негізінде пайдалы қазбалардың тығыздығын қалпына келтіру үшін математикалық модель әзірлеу және кері гравиметрия есебін шешу.

Мақсатқа байланысты зерттеудің **келесі міндеттері туындайды**:

- Гетерогенді ортадағы гравитациялық өріс потенциалының таралуын математикалық модельдеу;
- Математикалық модельді сандық зерттеу алгоритмін әзірлеу, оны бағдарламалық қамтамасыз ету және процесс параметрлерінің әсерін талдау;
- Сыртқы бетіндегі гравитациялық өрісті өлшеу нәтижелері бойынша гравитациялық аномалияның тығыздығын қалпына келтіру міндетін қою;
- Мұнай-газ кен орындары үшін гравиметрияның кері мәселесін шешу алгоритмін әзірлеу және оны бағдарламалық іске асыру;
- Гравиметрия деректерін пайдалана отырып, мұнай-газ кен орындары үшін гравиметрияның кері есебін сандық әдіспен шешу.

Зерттеу нысаны. Кен орнының геологиялық-литологиялық бейіндері, мұнай-газ кен орындарының геодинамикалық мониторингі үшін мұнай-газ өндіру өнеркәсібінде қолданылатын, сыртқы күштер мен қоршаған ортаның әсерінен өзгеретін гравиметриялық деректер болып табылады.

Зерттеу тақырыбы. Мұнай өндіру процесінде күрделі факторларды ескере отырып, мұнай-газ кен орындарының гравиметриясының кері есебі болып табылады.

Зерттеу әдістері: Деформацияланатын орталардың сызықтық емес механикасы әдістері; геофизика есептерін математикалық модельдеу әдістері; вариациялық әдістер; ақпараттық технологиялардың заманауи сандық әдістері; технологиялық процестерді сандық модельдеу және визуализациялау үшін символдық есептеу пакеттері; тікелей және кері есептер теориясы; математикалық физиканың кері есептер теориясы; оңтайлы басқару теориясы.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы геофизиканың жаңа туры және кері есептерін қоюдан тұрады. Геофизиканың шешілетін кері есептерін сапалы талдау. Геофизиканың кері есептердің алгоритмдерін әзірлеу және оларды бағдарламалық қамтамасыз ету.

Зерттеу жұмысының жаңалығы:

– мұнай-газ кен орнында гравитациялық өрістің таралуының математикалық моделі, есептің сандық шешімі және тиісті бағдарламамен қамтамасыз ету, процесс параметрлерінің әсерін бағалау, мұнай кен орнының нақты геологиялық-литологиялық профилі негізінде гравитациялық өрістің әлеуетін анықтау;

– сыртқы бетіндегі гравитациялық өрісті өлшеу нәтижелері бойынша гравитациялық аномалияның тығыздығын қалпына келтіру мәселесін қою, есепті шешудің бірегейлігін дәлелдеу, градиент әдісі мен Монте-Карло әдісін қолдана отырып, кері есептерді шешу алгоритмін әзірлеу және бағдарламамен қамтамасыз ету, гравитациялық аномалияның орналасуына және оның өлшемдеріне байланысты кері есепті шешудің дәлдігін бағалау;

– екі гравитациялық аномалия болған кезде ішкі бетіндегі деректермен кері гравиметрия есебін қою, Нелдер-Мид әдісін қолдана отырып, кері есепті шешу алгоритмін әзірлеу және бағдарламамен қамтамасыз ету,

гравитациялық аномалиялардың өзара орналасуына және олардың өлшемдеріне байланысты кері есепті шешудің дәлдігін бағалау;

Диссертациялық жұмыстың ғылыми ережелерінің, қорытындылары мен нәтижелерінің дұрыстығы мен негізділігі математикалық модельдерді құру кезінде деформацияланатын қатты дене механикасының негізгі іргелі заңдары мен арақатынастарын **пайдаланумен расталады**; есеп нәтижелерін эксперименттік деректермен салыстырумен расталады; алынған модельдер мен зерттеу нәтижелерін басқа авторлардың жұмыстарының нәтижелерімен салыстырумен және қанағаттанарлық үйлестірумен расталады; қолданылатын математикалық әдістердің дұрыстығын растайтын дәлелденген теоремалармен расталады.

Зерттеудің теориялық және практикалық маңыздылығы.

Жұмыстың теориялық маңыздылығы мұнай-газ өндіру қабатында гравитациялық өрісті бөлудің жаңа математикалық модельдерін әзірлеуде, осы модельдерді анықтау әдістерін және гравирлік барлаудың тиісті тікелей және кері есептерін шешудің алгоритмдерін дамытуда жатыр. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері гравиметриялық өлшеулер негізінде жұмыс істеп тұрған мұнай-газ кен орындарын мониторингілеу және пайдалы қазбалардың жаңа кен орындарын жобалау үшін пайдаланылуы мүмкін. Әзірленген әдістер мен олардың бағдарламасы компьютерлік томографияның әртүрлі мәселелерін шешу үшін де қолдануға болады.

Диссертациялық зерттеулердің практикалық маңыздылығы мынада: математикалық модельдеудің заманауи әдістері мен компьютерлік технологияларды қолдану нәтижелерді нақты процестерге барынша жақындатады, мұнай-газ кен орнының аномалиясының тығыздығының мәнін жоғары дәлдікпен болжауға мүмкіндік береді, мұнай-газ өндіру саласының тиімді және сенімді жерасты көрінісін қамтамасыз етеді.

Бұл жұмыстың басқа ғылыми-зерттеу жұмыстарымен байланысы. Бұл жұмыс жаратылыстану ғылымдары саласындағы іргелі зерттеулерді гранттық қаржыландыру бағдарламасының жобалары шеңберінде орындалды "Эксперименттік деректердің шектеулі көлемі жағдайында өнімділігі жоғары есептеулер негізінде Қазақстанның мұнай - газ аудандарының жер қойнауының жай-күйіне гравиметриялық мониторинг жүргізу міндетін шешу үшін геоақпараттық жүйені әзірлеу" (2018-2020 жж., AP05135158-ОТ-19).

Жұмысты апробациялау. Жұмыстың негізгі нәтижелері келесі іс-шараларда баяндалды және талқыланды:

– Ө.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинтану институтының ғылыми семинарлары (2017-2023 жж., Алматы);

– "Inverse Problems in Finance, Economics and Life Sciences" халықаралық конференциясы (ҚазҰУ. әл-Фараби, Алматы, Қазақстан, желтоқсан 2017 ж.);

– "Фараби оқулары" V Халықаралық конференциясы (ҚазҰУ. әл-Фараби, Алматы, Қазақстан, сәуір 2018 ж.);

– Информатика, механика және робототехниканың өзекті мәселелері. Машина жасаудағы цифрлық технологиялар " (Ө.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинтану институты, Алматы, Қазақстан, қазан 2018 ж.);

– "Кері және қысынсыз есептерді шешудің теориясы мен сандық әдістері" атты оныншы Халықаралық жастар ғылыми мектебі-конференциясы (НМУ, Новосибирск, Ресей, қазан 2018 ж.);

– "Параллельді есептеу технологиялары" XIII Халықаралық конференциясы (Калининград, Ресей, сәуір 2019 ж.);

– "Кері және қысынсыз есептерді шешудің теориясы мен сандық әдістері" атты он бірінші Халықаралық жастар ғылыми мектебі-конференциясы (НМУ, Новосибирск, Ресей, тамыз 2019 ж.);

– Әбу Насыр Әл-Фарабидің 1150 жылдығына және математика және математикалық модельдеу институтының 75 жылдығына арналған Қазақстан Республикасы ғылым қызметкерлері күніне арналған дәстүрлі халықаралық сәуір математикалық конференциясы өтті. (Алматы, Қазақстан, сәуір 2020 ж.);

– әл-Фараби атындағы ҚазҰУ механика кафедрасының ғылыми семинарлары. (2017-2020 жж., Алматы).

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбы бойынша автор 15 жұмыс жариялады, солардың ішінде ғылыми жұмыстың негізгі нәтижелерін жариялау үшін Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған ғылыми басылымдарда 2 жарияланым; Scopus дерекқорымен индекстелген ғылыми журналдарда 4 жарияланым; шетелдік және отандық ғылыми конференциялардың еңбектерінде 9 жарияланым, соның ішінде олардың 1-і шетелдік конференция материалдарындағы жарияланымдар, 4-і бүкілресейлік ғылыми конференциялар еңбектеріндегі жарияланымдар, 4-і отандық конференция материалдарындағы жарияланымдар.

Автордың жеке қосқан үлесі. Диссертацияда баяндалған зерттеулердің негізгі нәтижелерін автор өз бетінше алды. Бірлескен мақалада ізденуші жұмыстың негізгі бөлігін жасады, бірлескен авторлар тапсырманы қоюға және нәтижелерді талқылауға қатысты. Отандық ғылыми жетекші С. Я. Серовайский есеп қойды, ізденуші М.О. Кенжебаеваға модельді сандық іске асыру, оның сапалық және сандық талдауы мен нәтижелерін талқылау тиесілі. Бірлескен авторлардың еңбектерінде Монте-Карло әдісін мақсат қою және жүзеге асыру, ізденушіге модельді сандық түрде жүзеге асыру және нәтижелерді талдау жатады. Мақалаларда ізденуші модель құруға және бірлескен автор Н.А.Тойғанбаевамен нәтижелерді талдауға үлес қосты.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс титулдық беттен, мазмұннан, белгілеулер мен қысқартулардан, кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан, 70 пайдаланылған дереккөздер тізімінен тұрады. Диссертацияның жалпы көлемі 106 бетті құрайды, оның ішінде 13 Иллюстрация және 21 кесте.

Диссертацияның негізгі мазмұны.

Кіріспеде келесі тармақтар көрсетілген: диссертациялық зерттеу тақырыбының өзектілігі, жұмыстың негізгі мақсаты, зерттеу объектісі, пәні мен әдістері, ғылыми жаңалығы, диссертацияның ғылыми-практикалық маңызы, оның даму дәрежесі.

Бірінші тарауда зерттелетін мәселенің қазіргі жағдайы сипатталған, гравиметрияның кері мәселелерін зерттеу саласындағы қолданыстағы жұмыстарға шолу жасалады. Сондай-ақ, процестің сипаттамасы, тікелей гравиметрия мәселесінің математикалық моделі, оңтайландыру мәселесін шешудің бірегейлігінің дәлелі, функционалдық градиентті есептеу, нақты деректердегі тікелей есепті шешу берілген.

Екінші тарауда градиент әдісімен кері есептің шешімі сипатталған:

гравитациялық өрістің потенциалы мен градиентінің жасанды мәндерін генерациялау, Монте-Карло әдісімен кері оңтайландыру мәселесін шешу, сондай-ақ аномалияның орнын, өлшемін және әсерін өзгерту кезінде алынған есептеулерге талдау берілген. Эпсилон мәнінің минимизацияланған функционалға әсері.

Үшінші тарау аномалияның гравитациялық өрісі потенциалының таралуының нақтыланған математикалық моделін әзірлеумен байланысты: зерттелетін аймақтың шекаралық шарттары, ішкі аймақтағы гравитациялық өріс градиентінің мәні және т.б. гравиметрияның нақтыланған кері есебін қою, функционал градиентін және конъюгацияланған есепті шығару, функционалдың қатаң дөңестігін дәлелдеу, қойылған мәселені сандық шешудің нәтижелерін талдау.

Төртінші тарауда біз екі ауытқуы бар гравиметрияның кері есебін қарастырамыз. Тапсырманы қою, функционалдылық градиентін және конъюгацияланған есепті шығару, Нелдер-Мид әдісімен екі аномалиямен сандық есептеулердің нәтижелерін талдау.

Қорытындыда диссертациялық жұмыста алынған негізгі нәтижелер мен қорытындылар келтіріледі.