

8D07202 – «Мұнай инженериясы» білім беру бағдарламасы бойынша  
**Түзелбаева Шолпан Рысқұлбекқызының**  
**«Алынуы қиын қорлары бар кен орындарын игеру кезінде**  
**ақпарат алу, талдау және шешімдер қабылдау жүйесінің ғылыми-**  
**әдістемелік аспектілері»**  
тақырыбындағы диссертациялық жұмысына  
**АҢДАТПА**

**Кіріспе.** Қазіргі уақытта әртүрлі елдердің нарықтық экономикаға көшуіне байланысты мұнай-газ кәсіпорындарының қызметін басқару саласында да айтарлықтай өзгерістер орын алуда. Кен орындарын игерудің басты ерекшелігі – алынуы қиын қорлармен байланысты мәселелердің және шешім қабылдау кезінде туындайтын әртүрлі белгісіздіктердің болуы. Осыған байланысты мұнай өндіруші кәсіпорындарда шешім қабылдаудың басым бағыттарының бірі – алынуы қиын қорларды жіктеу және оларды өндірудің күрделілік дәрежесін бағалау, қарастырылып отырған жағдайлар үшін мұнай беру коэффициентін арттыру әдістерін негіздеу, сондай-ақ геологиялық-техникалық шараларды таңдауда шешім қабылдау болып табылады.

Алайда, белгісіздік факторлары мен қате шешімдер қабылдау тәуекелдері ғылыми еңбектерде жеткілікті деңгейде қарастырылмайды. Сондықтан кен орындарын игеру процесін басқару міндеттерінде негізделген шешімдер қабылдау мәселесі отандық мұнай-газ ғылымы мен өнеркәсібі үшін ерекше өзектілікке ие.

Тарихи деректер мұнай өндірудің жоғары деңгейлерін және ағымдағы мұнай алу коэффициенттерін (МАК) көрсетеді. Соған қарамастан, жер қойнауында әлі де геологиялық мұнай қорының жартысынан астамы қалып отыр. Оларды өндіру әдістерін іздеу – әртүрлі геологиялық жағдайларда мұнай кен орындарын игеруге қатысты зерттеушілердің негізгі ғылыми ізденістерінің бағыты болып табылады. Бұл тұжырым әдеби деректерді талдау нәтижелерімен де расталады.

**Жұмыстың өзектілігі:** Қазіргі уақытта мұнай өндіру деңгейінің біртіндеп төмендеуі байқалуда, бұл көптеген өңірлерде алынуы қиын қорлары бар кен орындарының болуымен байланысты. Бұл процесс сүзгілік-сыйымдылық қасиеттері (ССҚ) төмен, сулануы жоғары учаскелерге басымдықтың біртіндеп ауысуына әкелуде. Қалыптасқан жағдайда алынуы қиын қорларды тиімді игеру үшін қолданыстағы математикалық әдістерді, қажетті ақпаратты және заманауи технологиялық шешімдерді біріктіру қажет. Осыған байланысты алынуы қиын қорлары бар кен орындарын игеру кезінде ақпарат алу, талдау және шешім қабылдау жүйесін жетілдіру мәселесі қазіргі таңда өзекті болып қала беруде.

Диссертациялық жұмыстың өзектілігі оның үлкен практикалық маңыздылығымен тікелей байланысты. Белгісіздік жағдайында кен орындарын игеруді басқарудың практикалық аспектілерінің жеткілікті түрде зерттелмеуі осы диссертациялық зерттеуді жүргізудің орындылығын және

оның бағытын негіздейді. Осы себепті диссертациялық жұмыстың тақырыбы таңдалды.

**Тақырып бойынша осы ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу қажеттілігінің негіздемесі.** Ең алдымен, осы диссертациялық тақырып аясында зерттеу жұмысын жүргізудің қажеттілігі зерттеушілердің бұл мәселеге ерекше көңіл бөлуімен түсіндіріледі. Айта кету керек, шешім қабылдау және алынуы қиын қорлары бар кен орындарын игеру тиімділігін арттыру мәселелері көптеген ғалымдардың еңбектерінде қарастырылып, бұл бағыттың ғылыми негіздерінің дамуына айтарлықтай үлес қосылды.

Осы ғалымдардың күш-жігерінің нәтижесінде ғылыми тұрғыдан қызықты және практикалық жағынан пайдалы нәтижелер алынды. Дегенмен, осы бағыттағы көптеген зерттеулерге қарамастан, кейбір мәселелер әлі де қосымша зерттеулерді қажет етеді. Атап айтқанда, геологиялық жағдайлардың, сондай-ақ техникалық және технологиялық факторлардың геологиялық-техникалық шаралардың тиімділік көрсеткіштеріне әсерін тереңірек зерттеу қажет. Сонымен қатар, олардың тиімділігін арттыру бойынша шешімдер қабылдау мәселесі де қосымша зерттеулерді талап етеді.

**Диссертациялық жұмыстың мақсаты.** Алынуы қиын қорлары бар кен орындарында геологиялық-техникалық шаралардың тиімділігін арттыру үшін шешімдер қабылдау жүйесі **шеңберінде** модельдер мен алгоритмдерді жетілдіру болып табылады.

#### **Ғылыми жаңалық:**

- Геологиялық-техникалық шаралардың (ГТШ) тиімділік көрсеткіштерін модельдеудің негіздері мен әдістемесін жетілдіру және белгісіздік жағдайында шешім қабылдау әдістерін дамыту;

- Шешім қабылдау модельдері мен әдістерін жүзеге асыру үшін ықтималдық-статистикалық әдістер мен анық емес логика қолданылатын математикалық қамтамасыз ету кешенін әзірлеу.

Осы бағыт аясында келесі нәтижелер алынды:

- Статистикалық деректерді өңдеу және ақпараттық талдау негізінде ГТШ нәтижелерін бағалаудағы ең маңызды факторлар анықталып, олардың негізінде тиімділік көрсеткіштерінің математикалық модельдерін құруға мүмкіндік беретін есептеу схемасы ұсынылды;

- Геологиялық-техникалық шаралардың тиімділігін бағалаудың ғылыми негізделген критерийі – «Геологиялық-техникалық шараның кешенді тиімділік көрсеткіші» ұсынылды, сондай-ақ негізгі факторлар әсерін бағалау әдістемесі әзірленді. Бұл әдістеме анық емес ережелерге негізделген модельдер түрінде жүзеге асырылды.

**Зерттеу нысаны** - алынуы қиын қорлары бар кен орындарында геологиялық-техникалық іс-шараларды жүргізу кезінде ақпаратты алу және талдау жүйесі.

**Зерттеу пәні** - алынуы қиын қорлары бар кен орындарында геологиялық-техникалық шараларды таңдауда модельдеу және шешім қабылдау үдерісі.

### **Зерттеу міндеттері:**

- кен орындарын игеру тиімділігін арттыру үшін ақпаратты талдау және шешім қабылдау жүйелерін әзірлеудің әлемдік тәжірибесін талдау;
- Қазақстанның алынуы қиын қорлары бар кен орындарында қолданылатын геологиялық-техникалық іс-шаралардың тиімділігіне әсер ететін факторларды бағалау;
- таңдалған геологиялық-техникалық шараларды қолдану тәжірибесін зерттеу және қолданылатын шаралардың салыстырмалы тиімділігін бағалау.
- ақпараттың жеткіліксіздігі жағдайында негізгі факторлардың ГТШ тиімділік көрсеткіштеріне әсерін бағалау әдістемесін әзірлеу үшін анық емес модельдерді пайдалану
- әртүрлі жағдайларда геологиялық-техникалық шаралардың тиімділік көрсеткіштерін болжау модельдерін құру және шешім қабылдау.

### **Қорғауға шығарылған негізгі тұжырымдар:**

- Геологиялық-техникалық іс-шаралардың тиімділік көрсеткіштерін модельдеу және белгісіздік жағдайында шешім қабылдау әдістемесі;
- Бқтималдық-статистикалық әдістер мен анық емес жиынтықтар теориясының аппаратын қолдана отырып, геологиялық-техникалық іс-шараларды таңдау кезінде математикалық шешім қабылдау модельдері мен әдістерін қамтамасыз ету;
- Іс-шаралар тиімділігінің критерийі - "Геологиялық-техникалық іс-шара тиімділігінің кешенді көрсеткіші" және анық емес ережелер түріндегі модельдерге негізделген басты факторлардың әсерін бағалау әдістемесі.

### **Зерттеудің теориялық және практикалық маңыздылығы**

Ұсынылған математикалық модельдерді пайдалану нақты геологиялық жағдайлар үшін ең жоғары технологиялық және экономикалық тиімділікке қол жеткізетін геологиялық-техникалық шаралардың оңтайлы түрін таңдауға мүмкіндік береді.

Зерттеу барысында ғылыми тұрғыдан жаңа және практикалық жағынан пайдалы нәтижелер алынды. Атап айтқанда, математикалық статистика әдістері мен анық емес логиканы біріктіріп қолдану геологиялық-техникалық шаралардың тиімділік көрсеткіштерінің өзара байланысын сипаттайтын модельдерді құруға мүмкіндік берді. Сондай-ақ, тиімділік көрсеткіштерін анық емес кластерлеуге негізделген шешім қабылдау әдісі ұсынылды.

Осылайша, заманауи деректерді өңдеу және ақпараттық талдау әдістерін қолдану арқылы зерттеу әдістемесін жетілдіру алынуы қиын қорларды өндіру және әртүрлі геологиялық жағдайларда геологиялық-техникалық шаралардың тиімділігін арттыру бойынша шешімдер қабылдау мәселелерін табысты

шешуге мүмкіндік берді. Бұл диссертациялық жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығын арттырады.

Зерттеу нәтижелері жобалау ұйымдары мен мұнай-газ компаниялары үшін пайдалы болуы мүмкін. Олар геологиялық-техникалық шаралардың тиімділігін бағалау әдістерін жетілдіру, өндіруді қарқындату және қабаттардың мұнай беруін арттыру жобаларына инвестициялық қолдау қажеттілігін негіздеу мақсатында қолданылуы мүмкін.

**Диссертациялық жұмыстың апробациясы:** Диссертациялық жұмыстың нәтижелері бірнеше халықаралық ғылыми конференцияларда апробациядан өтті. Олар, Алматы 2021, Алматы 2022, Тюмень 2022, Алматы 2024.

**Жарияланымдар:** Диссертацияның негізгі нәтижелері жоғары рейтингті ғылыми журналдар мен басылымдарда жарияланды. Оның ішінде 3 мақала Scopus деректер қорына кіретін журналдарында, ҚР БҒСҚК журналдарында 6 мақала, халықаралық конференцияларда 4 мақала, басқа журналдарда 2 мақала және 1 патент шықты.

**Диссертацияның құрылымы мен көлемі.**

Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған 121 деректер тізімінен тұрады. Жұмыс 153 беттерде жазылған, 13 сурет және 19 кестелерді қамтиды.

Диссертация бойынша зерттеу жұмыстары «Қазақстан Республикасының кен орындарында мұнай беруді ұлғайту үшін полимерлі су айдауды қолдану мониторингінің ғылыми-техникалық негіздері» атты мемлекеттік гранттық қаржыландыру Жас Ғалым жобасы АР22682919); "Кен орындарын пайдаланудың соңғы сатысында ұңғымаларды бұрғылау және мұнай өндіру кезіндегі геологиялық-техникалық операцияларды оңтайландыру үшін техникалық шешімдер әзірлеу" атты ЖКҚ (бағдарлама ИРН: BR21881822) жобалары аясында жүргізілді.

**Бірінші** тарауда геологиялық-техникалық іс-шараларды таңдауда модельдеу, ақпаратты талдау және шешім қабылдау мәселесінің қазіргі жай-күйіне талдау жүргізіледі.

Әлемдік тәжірибені талдау нәтижесінде алынуы қиын қорлары бар кен орындарында мұнай өндіруді арттырудың әртүрлі технологиялары мен әдістерін қолдану қажеттілігі анықталды. Бұл геологиялық жағдайлардың әртүрлі нұсқаларында геологиялық-техникалық іс-шаралардың салыстырмалы тиімділігін модельдеу және бағалау, сондай-ақ әртүрлі белгісіздік факторларын ескере отырып шешім қабылдау қажеттігін көрсетті.

Сондықтан кейбір зерттеулер қолданыстағы технологиялардың тиімділігін бағалауға, олардың әсерін арттырудың әдістері мен техникалық шешімдерін әзірлеуге, сондай-ақ геологиялық-техникалық іс-шаралардың тиімділік көрсеткіштеріне әртүрлі факторлардың әсерін модельдеуге және бағалауға арналған.

Жалпы, алынуы қиын қорларға қатысты мәселелерді зерттеудің қазіргі жай-күйіне жүргізілген талдау белгілі бір немесе ұқсас кен орындарындағы жинақталған өндірістік тәжірибеге сүйене отырып, белгілі бір технологияны енгізу тиімділігін негіздеуге мүмкіндік беретін кең ауқымды зерттеулер жүргізудің қажеттілігін көрсетті. Сондықтан Қазақстандағы және басқа да кен орындары үшін ең маңыздысы – бар технологиялардың әртүрлі модификацияларын әзірлеу және ең тиімді әдістерді табу болып табылады.

Бірінші тарауда келтірілген талдау нәтижелері осы диссертациялық жұмыс шеңберіндегі зерттеулердің мақсатын, негізгі әдіснамалық қағидаларын және міндеттерін негіздеуге және тұжырымдауға мүмкіндік берді.

**Екінші** тарауда геологиялық-техникалық іс-шаралардың технологиялық тиімділігін бағалау әдістерін талдауға арналған.

ГТШ технологиялық тиімділігін бағалау әдістері мен модельдерін құрудың негізгі принциптері келтірілген. Бұл жағдайда бастапқы деректер ретінде әртүрлі геологиялық-физикалық жағдайларда қолданылған әртүрлі ГТШ деректері пайдаланылады. Статистикалық деректерді өңдеуге, алынған ақпаратты талдауға және осылайша статистикалық белгісіздік жағдайында шешім қабылдау үшін ақпараттық массивті дайындауға мүмкіндік беретін есептеу схемасы ұсынылады.

Екінші тараудағы зерттеу нәтижелері кейбір ГТШ мысалында статистикалық модельдер құруға мүмкіндік берді. Алдымен әрбір белгі бойынша маңыздылық дәрежесі бағаланды. Сенімділікті бағалау үшін сәйкестік дәрежесі анықталды. Ең маңызды белгілер іріктеліп алынғаннан кейін, маңызы жоқ белгілер алынып тасталды. Бұдан кейін модельдерді сәйкестік дәрежесін бағалау арқылы қайта сәйкестендіру жүргізілді, бұл маңызы жоқ белгілерді алып тастағаннан кейін модельдердің сенімділігін сақтауын тексеру үшін қажет болды.

Құрылған модельдерде келесі белгілер қолданылды: жалпы қабат қалыңдығы, мұнаймен қаныққан қалыңдық, ашылған мұнаймен қаныққан қалыңдық, құмдылық коэффициенті, кеуектілік, өткізгіштік, мұнай тұтқырлығы, мұнай тығыздығы, газдың мөлшері, бастапқы мұнай қанығуы, қабат температурасы, мұнайдағы парафин мөлшері, мұнайдағы күкірт мөлшері, ГТШ-ға дейінгі мұнай дебиті, ГТШ-ға дейінгі сұйықтық дебиті, ГТШ-ға дейінгі сулану.

Геологиялық-техникалық іс-шаралардың көрсеткіштері ретінде келесі параметрлер қолданылды: әсер ету ұзақтығы, қосымша өндірілген мұнай көлемі, мұнай дебитінің өсуі, ГТШ-дан кейінгі мұнай дебиті, ГТШ-дан кейінгі сулану.

**Үшінші** тарауда геологиялық-техникалық іс-шараларды модельдеу мүмкіндігі анық емес кластерлік талдау негізінде қарастырылады. Айта кету керек, соңғы жылдары көптеген салаларда статистикалық талдау жүргізу және статистикалық модельдер құру үшін жеткіліксіз ақпарат болған жағдайда, анық емес кластерлік талдау негізіндегі модельдер қолданылуда. Бұл модельдер факторлар мен шығыс айнымалылары сандармен емес, сапалық

сипаттамалармен көрсетілетін жағдайларда тәуелділіктерді сапалық деңгейде құруға мүмкіндік береді.

Әдебиеттерде жүзден астам әртүрлі кластерлеу алгоритмдері бар екені атап өтіледі. Соңғы жылдары бұл әдістер ақпаратты интеллектуалды талдау, деректерді жинау және өңдеу (Data Mining) салаларында кеңінен қолданылып келеді. Бұл әдіс кеңінен танымал болған Л.Заде теориясына негізделген, оның арқасында бұрын шешу мүмкін болмаған бірқатар мәселелерді шешуге қол жеткізілді. Осыған байланысты қойылған міндетті шешу үшін жоғарыда аталған геологиялық-физикалық жағдайлар мен технологиялық мәліметтерді қамтитын қосымша деректер жиналып, өңделді. Бұл деректер анық емес логикаға негізделген кластерлік талдау әдісімен өңделіп, барлық мәліметтер жиыны біртекті топтар – кластерлерге бөлінді.

Осы негізде статистикалық модельдердегідей белгілер мен тиімділік көрсеткіштері қолданылады.

Көрсетілгендей, бұл жағдайда міндет көпкритериалды болып табылады, сондықтан белгілерді тиімділік көрсеткіштерінің максималды мәндерін қамтамасыз ететіндей етіп таңдау қажет.

Жоғарыда көрсетілген статистикалық өңдеу, талдау және статистикалық модельдерді құру нәтижелерін қорыта келе, деректерді өңдеу, ақпарат алу және талдау міндетін шешу үшін келесі қадамдар қажет екенін атап өтеміз:

- Таңдалған бес тиімділік көрсеткішінен бір жинақталған көрсеткіш алынады:

$$K = \sum_{i=1}^5 \alpha_i y_i,$$

мұндағы  $\alpha_i$ - әр критерийдің жалпыланған салмаққа қосқан үлесін сипаттайтын коэффициенттер

$$\alpha_i = \frac{\sum_{k=1}^n y_{ik}}{\sum_{i=1}^5 (\sum_{k=1}^n y_{ik})}$$

- Анық емес кластерлік талдау алгоритмін жүзеге асыру арқылы біз үш біртекті кластер-тобын аламыз;

- Әр белгінің мәндерінің әр тобына бір кластер шегінде "лингвистикалық" мәндер, яғни сөздермен (төмен, орташа, жоғары) көрсетілген мәндер беріледі;

- Әрбір кластер жинақталған тиімділік көрсеткіші К-ға сәйкестендіріледі;

- «Егер..., онда...» принципі бойынша анық емес ережелер құрылады.

**Төртінші** тарау әртүрлі объектілер үшін геологиялық-техникалық іс-шаралардың (ГТШ) тиімділігін кешенді ақпараттың статистикалық талдауы негізінде бағалауға арналған.

Зерттеліп отырған жағдайлар үшін ең тиімді ГТШ-ды модельдеу және бағалау мақсатында, бұған дейін атап өтілгендей, анық емес логикаға негізделген модельдеу әдісі қолданылды. Бұл үшін ГТШ-дың салыстырмалы тиімділігі бойынша жағдайларды жіктеу жүргізілді.

Жіктеу соңғы уақытта геологиялық объектілерді классификациялау міндеттерін шешуде сәтті қолданылып жүрген анық емес кластерлік талдау әдісі арқылы жүзеге асырылды. Анық емес кластерлік талдау бағдарламасын іске асыру нәтижесінде деректер жиыны төрт классқа бөлінді. Бұл класстар тиістілік функцияларымен сипатталады, олардың ең жоғары мәні объектінің белгілі бір классқа жататынын көрсетеді.

Зерттеуде ГТШ тиімділік көрсеткіштері мен олардың әртүрлі класстарға тиістілік функцияларын қамтитын деректер массиві келтірілген.

Әрбір кластер өзіндік тиімділік деңгейімен сипатталады, оны сөздік сипаттамалар арқылы көрсетуге болады. Әртүрлі қабаттарда қолданылатын ГТШ тиімділігін бағалау үшін алынған тиімділік деректеріне сүйене отырып, кластерлерді келесідей сипаттауға болады: жоғары тиімділік, жақсы тиімділік, орташа тиімділік, қанағаттанарлық тиімділік.

Зерттеу нәтижелері тиімділігі жоғары ГТШ қолданылған қабаттар мен іс-шаралардың өзара сәйкестігін көрсетеді.

Бұл нәтижелер ақпараттың жеткіліксіздігі жағдайында белгілі бір қабат үшін қандай да бір ГТШ түрін таңдауға бағдар береді.

### **Негізгі қорытындылар мен ұсыныстар**

1. ГТШ таңдауда модельдеу және шешім қабылдау саласында жинақталған әлемдік тәжірибе талданды. Бұл талдау жүйенің негізін жасау мәселесінің жеткілікті түрде зерттелмегенін көрсетті. Атап айтқанда, белгісіздік, көп критерийлілік, көп факторлылық жағдайларын ескере отырып, модельдеуді жүзеге асыруға және қарастырылып отырған нақты жағдайларда қабатқа әсер ету әдісін таңдауға негізделген тиімді шешімдер қабылдау қажеттілігі туындайды.

2. Геологиялық-техникалық іс-шараларды таңдау міндеттерінде шешім қабылдау үшін деректерді өңдеу және ақпаратты талдау жүйесінің негізгі принциптері негізделіп, әдістемесі ұсынылды. Бұл әдістеме маңыздылық коэффициенттердің мәндерін ықтималдық тәсіл арқылы анықтау, олардың маңыздылығын бағалау, модельдерді құру және олардың сенімділігін бағалауға негізделген.

3. Негізгі факторлардың геологиялық-техникалық шараның кешенді тиімділік көрсеткішіне әсерін бағалауға мүмкіндік беретін, анық емес ережелер түріндегі модельдерге негізделген әдістемелік тәсіл ұсынылды.

4. Геологиялық-техникалық шаралардың тиімділік көрсеткіштеріне әсер ететін факторлардың онтайлы мәндерін анықтауға мүмкіндік беретін әдістеме әзірленді. ГТШ жүргізу шарттары туралы ақпаратты, математикалық статистика мен анық емес логика аппаратын, сондай-ақ олардың тиімділігін көпкритерийлі бағалауды қолдануға негізделген жетілдірілген есептеу схемасы ұсынылды.

5. Әртүрлі жағдайларда ГТШ салыстырмалы тиімділігіне талдау жүргізілді, нәтижесінде ең тиімді ГТШ таңдаудың жолдары көрсетіліп, шешім қабылдау нәтижелері алынды.

6. Геологиялық-техникалық шаралардың тиімділігін арттыру бойынша шешім қабылдауға мүмкіндік беретін статистикалық модельдер ұсынылды.

7. Анық емес логикаға негізделген себеп-салдарлық байланыстар құрылып, ақпараттың жеткіліксіздігі жағдайында ГТШ жоспарлау бойынша негізделген шешімдер қабылданды.

8. Зерттеу нәтижелері жобалау ұйымдары мен мұнай-газ компанияларында геолого-техникалық шаралардың тиімділігін бағалау әдістерін жетілдіру, мұнай өндіруді интенсификациялау жобаларын және қабаттың мұнай өнімділігін арттыру жобаларына инвестициялық қолдау қажеттілігін негіздеу мақсатында қолданылады.