

**"СОЛТҮСТІК БОЗАШЫ МҰНАЙ-ГАЗ КЕН  
ОРЫНЫ ТӨНІРЕГІНДЕГІ ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ  
ҮДЕРІСТЕРДІ МОДЕЛЬДЕУ"**

тақырыбында 6D071100 – «Геодезия» мамандығы бойынша  
философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған

**КЕНЕСБАЕВА АЙГУЛЬДІҢ**

диссертациялық жұмысына

**АННОТАЦИЯ**

**Зерттеудің мақсаты** – геодинамикалық процестерді модельдеу және болашақ тәуекелдерді болжау үшін, мұнай қабатының тереңдігіне және қабат қысымының өзгеруіне байланысты, көмірсутекті кен орнында жер бетінің шөгу заңдылықтарын анықтау.

**Жұмыстың негізгі идеясы** - Кнотэ әсер ету функциясын ескере отырып, жер бетінің шөгуінің кеңістіктік-уақыттық тенденциясын қарастыру.

**Зерттеу нысаны мен пәні.** Зерттеу нысаны Маңғыстау облысында орналасқан Солтүстік Бозашы мұнай-газ кен орны болып табылады. Зерттеу пәні – көмірсутектерді өндіру нәтижесінде жер бетінің шөгу процесі.

**Зерттеу міндеттері.** Мақсатқа жету үшін келесі міндеттер атқарылды:

1. Мұнай қабатының тереңдігі мен күндізгі беттің шөгуі арасындағы байланысты анықтау.

2. Тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттеріне, өнімді қабаттардың орналасуына және қабат қысымының өзгеруіне байланысты күндізгі беттің шөгу заңдылығын белгілеу.

3. Солтүстік Бозашы мұнай-газ кен орнын игеру аймағында болжамды геодинамикалық модель құру.

**Зерттеу әдістері.** Қойылған міндеттерді шешу үшін жүйелі тәсілді, салыстырмалы талдауды, математикалық модельдеуді, математикалық статистиканы, бақылау нәтижелерінің дұрыстығын бағалауды және эксперименттік есептеулерді қамтитын кешенді зерттеу әдісі қолданылады.

**Диссертация тақырыбының өзектілігі.** Батыс Қазақстанда мұнай-газ кен орындарын ұзақ және қарқынды игеру нәтижесінде елеулі экологиялық, әлеуметтік және экономикалық салдарға әкеп соғуы мүмкін техногендік жер сілкіністерінің туындау ықтималдығы артып келеді.

Бұл аймақта бірқатар сейсмикалық оқиғалар орын алды. Мысалы, 2008 жылы Шалқар көлінің ауданында 7 балдық жер сілкінісі болды, 2010-2011 жылдар аралығында Ақтау қаласының ауданында қырықтан астам қашықтан жер сілкінісі тіркелді, ал 21.02.11 жылы Теңіз кен орнының аумағында 4,1 балдық жер сілкінісі тіркелді. 2000 жылдың сәуірінде Жер бетінің кең көлемді шөгуі орын алды, нәтижесінде Солтүстік Бозашы кен орнына жақын орналасқан Қаламқас және Қаражанбас кен орындарының үлкен учаскелері су астында қалды. 2018 жылдың желтоқсанында Қазақстанның сейсмологиялық қызметтері Ақтау қаласынан 345 шақырым жерде магнитудасы 3,3 балл болатын жер сілкінісін тіркеді.

Сондай-ақ, Каспий маңы аймағында үлкен жер асты қуыстарының

пайда болуымен газ конденсатын сақтау үшін бірқатар ядролық жарылыстар жүргізілгенін атап өткен жөн, бұл да техногендік жер сілкіністерінің пайда болуына ықпал етеді.

Бұл аймақтың жалпы геодинамикалық жағдайы мұнай-газ кен орындарының көпшілігі орналасқан Батыс Тұран тақтасының тектоникалық белсенділігінің салдары болып табылады.

Жоғарыда айтылғандарға байланысты Батыс Қазақстан көмірсутегі кен орындарының аумағындағы геодинамикалық процестерді зерттеу аса өзекті міндет болып табылады. Болжамды геодинамикалық модельдерді құру және қолдану негізінде қауіпті геодинамикалық жағдайлардың алдын алу және болжау мұнай-газ кен орындарын игерудің неғұрлым экологиялық әдісін таңдауға шақырады және жағымсыз экологиялық және экономикалық салдарларды болдырмауға мүмкіндік береді.

Аумақтың геологиясын, мұнай-газ резервуарларының геометриясын және көмірсутек кен орындарының кәсіптік сипаттамаларын ескеретін болжамды геодинамикалық модельдерді құру жер бетінің қауіпті жылжуы туралы алдын ала ескертуге мүмкіндік береді және кен орындарын қауіпсіз игеруге ықпал етеді.

#### **Қорғауға шығарылатын ғылыми ережелер:**

1. Көмірсутекті кен орнында жер бетінің шөгуі, көмірсутегі қабаты тереңдігінен логарифмдік тәуелділікке сәйкес өзгереді;

2. Тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттеріне, өнімді қабаттардың орналасуына және қабат қысымының өзгеруіне байланысты, күндізгі беттің шөгуінің өзгеруі, шөгу тостағанының математикалық сипаттамасында ерекшеленетін Кнотэ әсер ету функциясымен сипатталады.

#### **Жұмыс нәтижесінің ғылыми жаңалығы:**

- жер бетінің шөгуі мен қабаттың тереңдігі арасындағы байланысты анықтау;

- тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерінен, өнімді қабаттардың орналасуынан және қабат қысымының өзгеруінен, күндізгі беттің шөгу заңдылықтарын анықтау;

- Солтүстік Бозашы кен орны аумағында болжамдық геодинамикалық модель құру.

#### **Зерттеудің негізгі нәтижелері:**

1. Көмірсутек кен орнындағы жер бетінің шөгуі мен қабаттың тереңдігі арасындағы байланыс, логарифмдік функция түрінде анықталды.

2. Мұнай қабаттарының тереңдігі мен қалыңдығын есепке алуға мүмкіндік беретін кен орнының геологиялық моделі жасалды.

3. Мұнай-газ кен орны аумағында күндізгі бетінің жылжуының тенденциясын математикалық сипаттауға мүмкіндік беретін, бейімделген Кнотэ әсер ету функциясының негізінде құрылған, күндізгі беттің шөгуінің есептеу формуласы ұсынылды.

4. Кен орнының геологиялық құрылымын, қабат жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін, кен орнын игеру қарқындылығын және

Солтүстік Бозашы мұнай-газ кен орны аумағындағы геодезиялық бақылау деректерін ескеретін болжамдық модель құрастырылды.

5.Зерттеу нәтижелері өндіріске енгізілді ("Геосервис-С" ЖШС), магистранттар үшін дәрістер мен практикалық сабақтарда қолданылуда (Халықаралық білім беру корпорациясы), және олар тиісті енгізу актілерімен расталды. Германияның Ламберт баспасында, ғылыми кеңесшімен бірлесіп "Қазақстанның мұнай-газ кен орындарындағы кешенді мониторинг" монографиясы шығарылды.

**Автордың жеке үлесі** зерттеудің мақсаты мен міндеттерін қоюдан тұрады; көмірсутек кен орындары аумағында геодинамикалық модельдеу әдістерін зерттеу және талдауда; модельдеу және нәтижелерді салыстырмалы талдаудың екі әдісін қолданып, есептеулерді орындауда; Datamine және Matlab бағдарламаларында кен орнының геологиялық және геодинамикалық моделін құруда; күндізгі беттің шөгуінің және өнімді қабаттың тереңдігі арасындағы корреляцияны орнатуда; жер бетінің шөгу заңдылықтарын белгілеуде; зерттеу нәтижелеріне негізделген мақалаларды жариялауда.

**Ғылыми қағидалар мен қорытындылардың негізділігі мен сенімділігі** мыналармен расталады: жер бетінің шөгуінің модельдік мәндерінің далада жүргізілген геодезиялық бақылаулар нәтижелерімен жоғары сәйкестігі; ғылыми зерттеулердің нәтижелерін өндірісте пайдалану тәжірибесі («Геосервис-С» ЖШС); түрлі конференциялар мен баспасөз беттерінде жұмыс нәтижелеріне оң баға беру және апробациялау.

**Жұмыстың ғылыми маңыздылығы** көмірсутегі кен орындарын қауіпсіз игеруге ықпал ететін болжамды геодинамикалық модельді есептеудің жаңа алгоритмін алуда.

**Жұмыстың практикалық маңыздылығы:** геодинамикалық модельді құруды есептеудің алынған алгоритмі, кен орнын қауіпсіз игеруге ықпал ететін деформациялық процестерді болжамды бағалауды орындауға қызмет етеді. Геодинамикалық модельді есептеу әдісі Халықаралық білім беру корпорациясының «Инженерлік геодезия» кафедрасында және Қ.Сәтпаев атындағы ҚазҰТЗУ «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасында қолданылады.

**Жұмысты апробациялау.** Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері мен нәтижелері келесі ғылыми-практикалық және халықаралық конференцияларда баяндалды және талқыланды: "Сәтбаев оқулары" Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Алматы, ҚазҰТЗУ, 2018, 2019); "Геодезиядағы, маркшейдериядағы және геомеханикадағы цифрлық технологиялар" Халықаралық маркшейдерлер форумы (Қарағанды, ҚарМУ, 2019), Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция "XXI ғасырдағы жер қойнауын жастардың көзімен игеру мәселелері" Жас ғалымдар мен мамандар мектебі (Мәскеу, 2019), ҚазКСР ҒА корп. мүшесі А.Ж. Машановтың 115 жылдығына және ҚазКСР ҒА академигі Ж.С. Ержановтың 100 жылдығы арналған халықаралық ғылыми-практикалық конференция (Алматы, ҚазҰТЗУ, 2022).

**Жұмысты жариялау.** Диссертация тақырыбы бойынша 17 ғылыми

жұмыс жарияланды, оның ішінде: Scopus (процентиль – 40 және 47) және Web of Science (предбаза) дерекқорына кіретін журналдарда 2 мақала, ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің журналдарында 5 мақала, ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған журналдарда 6 мақала халықаралық ғылыми-практикалық конференциялар, форумдар мен конгресстердің материалдары, 1 монография бірлесіп жазылған.

**Жұмыстың көлемі мен құрылымы.** Диссертациялық жұмыс кіріспеден, төрт тараудан, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс компьютерлік мәтіннің 89 бетінде көрсетілген, 13 кесте, 49 сурет, 80 атаудан тұратын әдебиеттер тізімі бар.

### **Жұмыстың негізгі мазмұны**

**Диссертацияның бірінші тарауында** көмірсутек кен орындарын экологиялық тұрғыдан игеру міндетінің өзектілігі қарастырылған. Кен орындарын игерудің геодинамикалық салдарының мысалдары келтірілген. Диссертация тақырыбы бойынша отандық және шетелдік әдебиеттерге шолу жасалған. Жоғары дәлдіктегі нивелирлеу, спутниктік геодезиялық бақылаулар, гравиметриялық бақылаулар және сейсмикалық мониторинг әдістерін қоса қарастырып, геодинамикалық полигондарда мониторингті орындау әдістемесіне талдау жүргізілді. Сондай-ақ, объектінің орналасқан жерін, геологиялық, тектоникалық және сейсмикалық сипаттамаларын қоса алғанда, Солтүстік Бозашы мұнай-газ кен орнын зерттеу объектісі туралы мәліметтер келтірілген. Кен орнын ұзақ уақыт игеру нәтижесінде геодинамикалық тәуекелдің негізгі факторлары қамтылған. Геодинамикалық мониторинг әдістеріне талдау жасалған.

**Екінші тарауда** жер бетінің тік қозғалыстарының шамасын анықтау әдістері, өнімдік қабаттың шатыры мен жер бетінің техногендік шөгуін теориялық есептеу әдісі қарастырылған. Қабаттың тік қысылуын есептеу формулалары, тау жыныстарының гидростатикалық кернеулік күйінің гипотезасын ескере отырып берілген.

Бұл тарауда сондай-ақ болжамдық геодинамикалық модельді құру әдістері қарастырылады, атап айтқанда, топырақ қозғалысын статистикалық өңдеуге мүмкіндік беретін топырақтың шөгуінің стохастикалық моделі түрінде. Модельдің бұл түрін қолдану, жердің геомеханикалық тепе-теңдіктің ең ықтимал күйіне, кен орнын пайдалану аяқталған кезде жетеді деп, болжайды. Нәтижесінде қалыпты үлесу функциясы (Гаусс үлесу функциясы) деформацияның себебін – қысымның нығыздалуын шөгу шұңқыры түрінде түрлендіретін функция ретінде қабылданады.

Ғылыми жұмыстың екінші тарауында қарастырылған тағы бір әдіс, икемділік теңдеулерін қанағаттандыратын, бірқатар аналитикалық функцияларды біріктіретін, аналитикалық және сандық тәсілдер элементтерін шекаралық шарттар жуықталатындай етіп, біріктіреді. Бұл тәсіл әдісті аналитикалық тәсілдерге қарағанда кеңірек қолдануға мүмкіндік

береді, ал есептеу уақыты сандық (мысалы, соңғы элементтер тәсілі) симуляторларына қарағанда әлдеқайда аз.

**Үшінші тарау** Солтүстік Бозашы кен орнында геодинамикалық мониторингті жүзеге асыруға арналған. Кен орны аумағын геодезиялық қамтамасыз ету, қарастырылып отырған аумақта геодинамикалық полигон құру, сондай-ақ Солтүстік Бозашы кен орны аумағындағы жер қойнауының геодинамикалық жағдайын бақылаудың негізгі жүйесі келтірілген. Қайталанатын жоғары дәлдіктегі нивелирлеу және деректерді өңдеу нәтижелері берілген. Кен орны аумағында табылған шөгу науалары сипатталған. Кен орнының аумағында барлау және пайдалану жұмыстарын геодезиялық қамтамасыз ету, аумақты топографиялық түсіру мақсатында, сондай-ақ мемлекеттік геодезиялық желілерді құру бағдарламасы бойынша әртүрлі сыныптардың биік және жоспарлы желілерін құру бойынша жұмыстар жүзеге асырылды.

Атап айтқанда, бұрын келесі геодезиялық жұмыстар орындалды:

✓ "Солтүстік Бозашы" объектісінде 1-разрядты полигонометрия жүргізілді. № 11 ГУГКа, 1998-1991жж.;

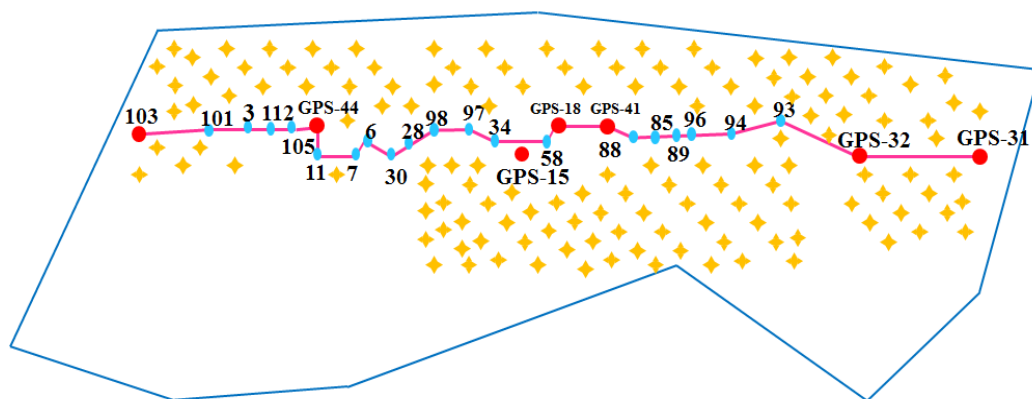
✓ "Солтүстік Бозашы" объектісіндегі IV сыныпты нивелирлеу, (Препр. №18 ГУГКа, 1987-1988);

✓ Нысандағы 4-сыныпты Триангуляция және 3, 4-сыныпты полигонометрия (№18 Гугка кәсіпорны, 1986-1988);

✓ 1990-1991 жылдары Қазақстан Гук 105 экспедициясымен бірлесе отырып, украиналық "ГипроНИИнефть" объектісіндегі жұмысты нивелирлеу.

Осы уақытта орындалған бірінші разрядты нивелирлеу 48 геодезиялық белгіні қамтыды. Өлшеу клиникаға қарсы аймақтарды кесіп өтетін жеке профильдер бойынша жүргізілді.

Бірінші суретте кен орнының аумағында нивелирлік пункттердің орналасуының жобалық сызбасы келтірілген. 1-1 Профиль кен орнының ұзына бойы арқылы өтеді. Профиль бойында 2016 жылы 12 негізгі және 7 қосымша тегістеу пункттері салынды. Сонымен қатар, нивелирлеуде 4 GPS пункті болды.



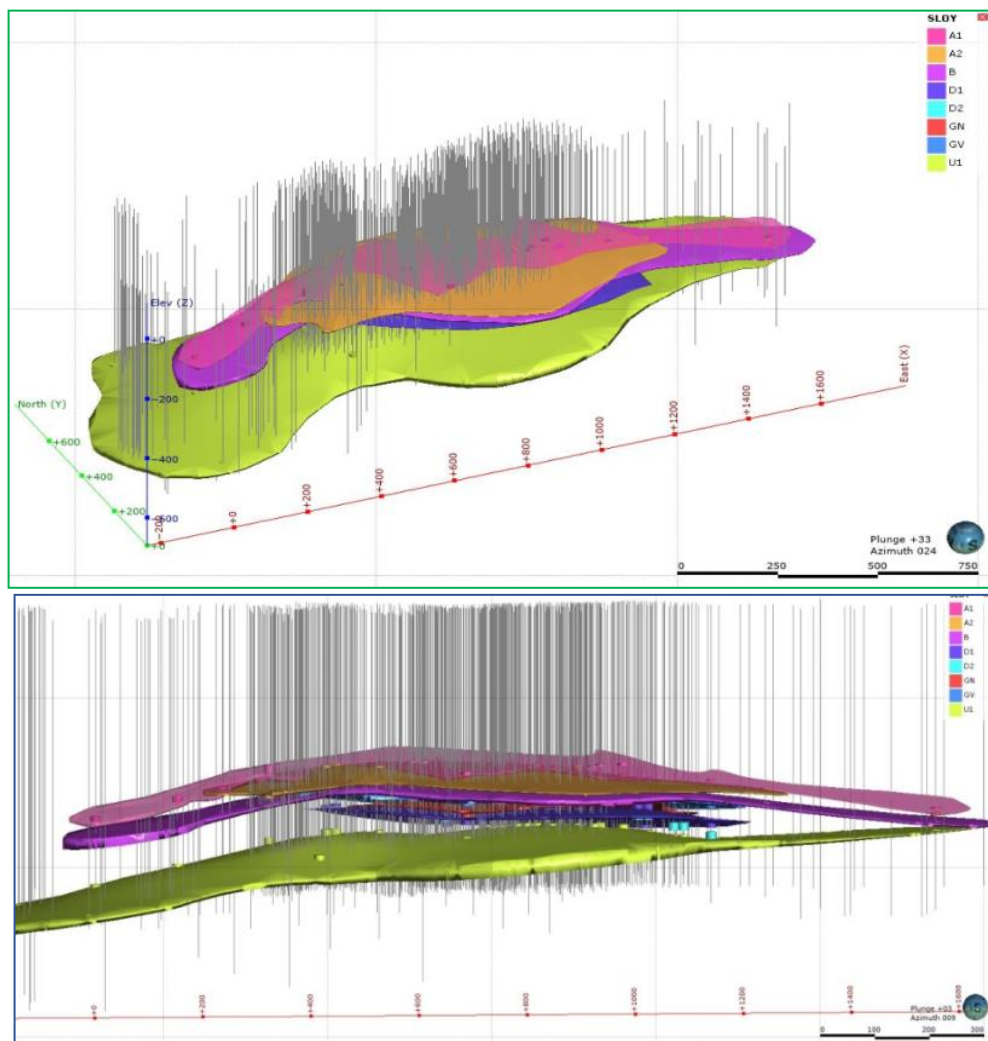
● – гравиметриялық пункттермен біріктірілген нивелирлік пункттер.

● - GPS-пункттер

1- сур. Солтүстік Бозашы кен орнының аумағындағы пункттердің жобалық орналасу схемасы

**Төртінші тарауда** геодинамикалық модельдеудің екі әдісін салыстырмалы талдау нәтижелері, сондай-ақ Datamine бағдарламасында салынған кен орнының геологиялық моделі келтірілген. Matlab бағдарламасында Солтүстік Бозашы кен орны аумағының имитациялық-болжамды моделі ұсынылған және алдағы 8-9 жылға арналған геодинамикалық жағдайдың болжамы орындалған.

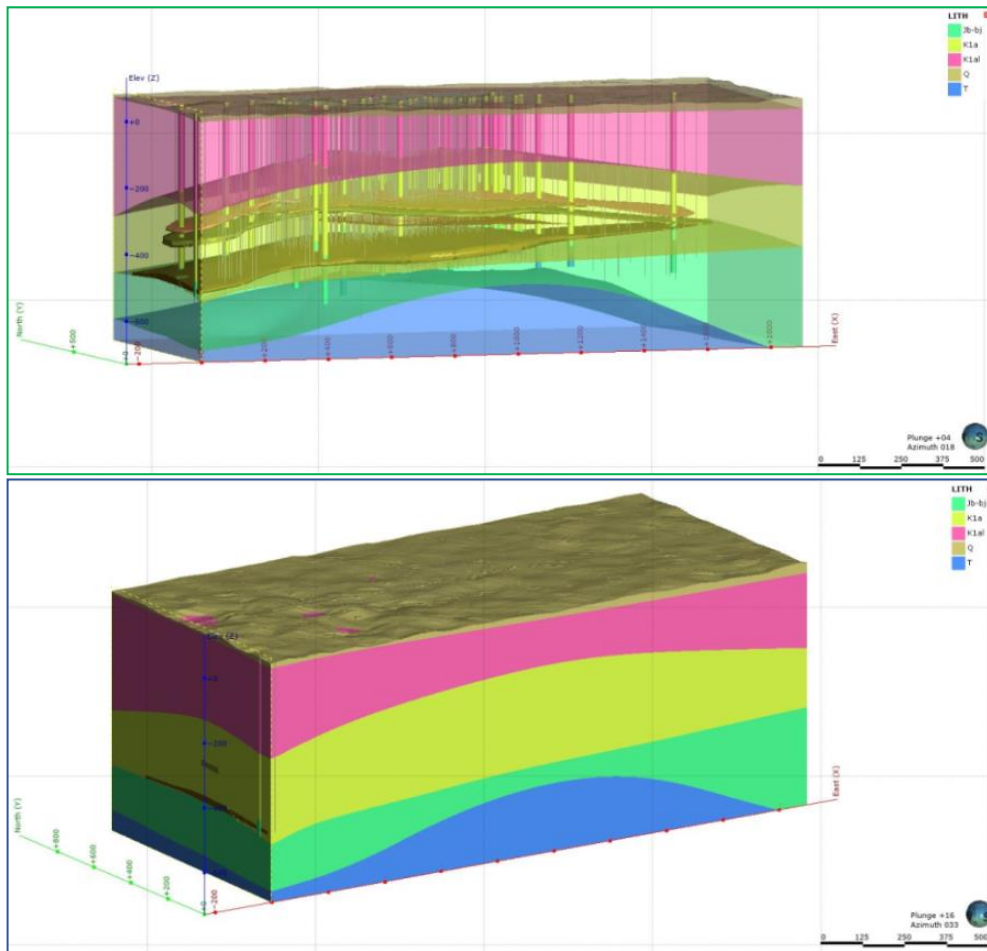
Excel бағдарламасындағы барлық қол жетімді ұңғымалар бойынша стратиграфиялық мәліметтер базасының жиынтығы нәтижесінде (шамамен 450) өнімді қабаттардың орналасуы анықталды және Datamine бағдарламалық өніміндегі ұңғымалардың орналасуы қабылданды (2-сурет).



2-сур. Кен орнында өнімді қабаттардың орналасуы

Геологиялық кезеңдердің қабаттары салынды: төрттік, жоғарғы бор, төменгі бор, триас және юра.

Алынған геологиялық модель (3-сурет) кен орындары кен орнының әртүрлі учаскелерінде өнімді қабаттардың пайда болу тереңдігін және олардың қалыңдығын ескеруге мүмкіндік береді.



3-сур. Кен орнының геологиялық моделі

Зерттеудің келесі кезеңінде, қабаттық қысымның өзгеруі  $\Delta p$  мен күндізгі бетінің шөгуді  $S$  арасындағы корреляцияны ескеру қажет, өйткені біз енді Кнотэ әсер ету функциясы  $k_z$  негізінде және мұнай қабаттарының тереңдігін  $h$ , қабаттық қысымның өзгеруін және коллекторлық жыныстың  $C$  тығыздалуын ескере отырып, (1) формуласы бойынша модель құрамыз.

$$S = -a \int_A C k_z dA \quad (1)$$

Мұнда біз  $C$  мәнін мына өрнектен табамыз:

$$C = C_m \Delta p h, \quad (2)$$

бұл жердегі  $C_m$  -  $C_m(z)$  бірсыткік тығыздалу коэффициенті ( $\text{кПа}^{-1}$ ) және былай табылады:

$$C_m = C_b \frac{1+\nu}{3(1-\nu)}, \quad (3)$$

мұндағы  $\nu$  - Пуассон коэффициенті, ал  $C_b$  - көлемді сығымдалу ( $\text{кПа}^{-1}$ ), мына өрнектен табылады:

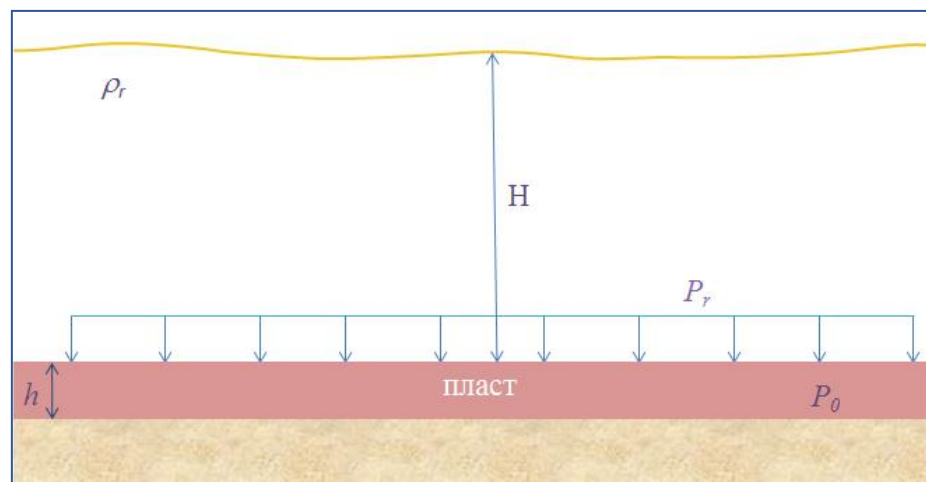


$$C_b = \frac{0,001}{P_e} \quad (4)$$

мұндағы  $P_e$ - тиімді қысым, ол үстіңгі қабаттың қысымы  $P_r$  мен флюидтің орташа қысымы  $P_0$  арасындағы айырмашылық ретінде анықталады (4-сур.):

$$P_e = P_r - P_0, \quad P_r = \rho_r g H \quad (5)$$

мұндағы  $\rho_r$  – жабын массивінің немесе аршудың жыныстары,  $g$  – ауырлық күшінің үдеуі,  $H$  – қабаттың тереңдігі.



4-сур. Тау жыныстарын тығыздалуы

Егер қабаттың орташа тереңдігі  $H=315\text{м}$  болса,  $g=9,8\text{м/с}^2$ ,  $\rho_r=1850\text{кг/м}^3$  (тау жыныстарының жабыны құм, саздақ, құмды саз, алеврит және саздан тұратындығын ескере отырып), біз аламыз:  $\sigma_r = \rho * g * H = 1850 * 315 * 9.8 = 5.7\text{Мпа}$ ;  $\sigma_0 = 3,6\text{Мпа}$ ;  $\sigma_{\text{эф}} = 2.1\text{Мпа}$ .

Болжамды геодинамикалық модельді құру кезінде өнімдік қабаттың орналасу тереңдігін де ескеру қажет. Бұл жағдайда күндізгі беттің шөгү шамасын есептеу үшін (1) формуланың коэффициенті болып табылатын  $a$  коэффициентін есептеу кезінде үстіңгі қабаттың қалыңдығының әсері ескерілетін болады.

Әртүрлі орналасу тереңдіктерін және кен орнының әртүрлі бөліктеріндегі байқалатын шөгуді ескере отырып, корреляциялық-регрессиялық талдау және жуықтау функциясын таңдадық.

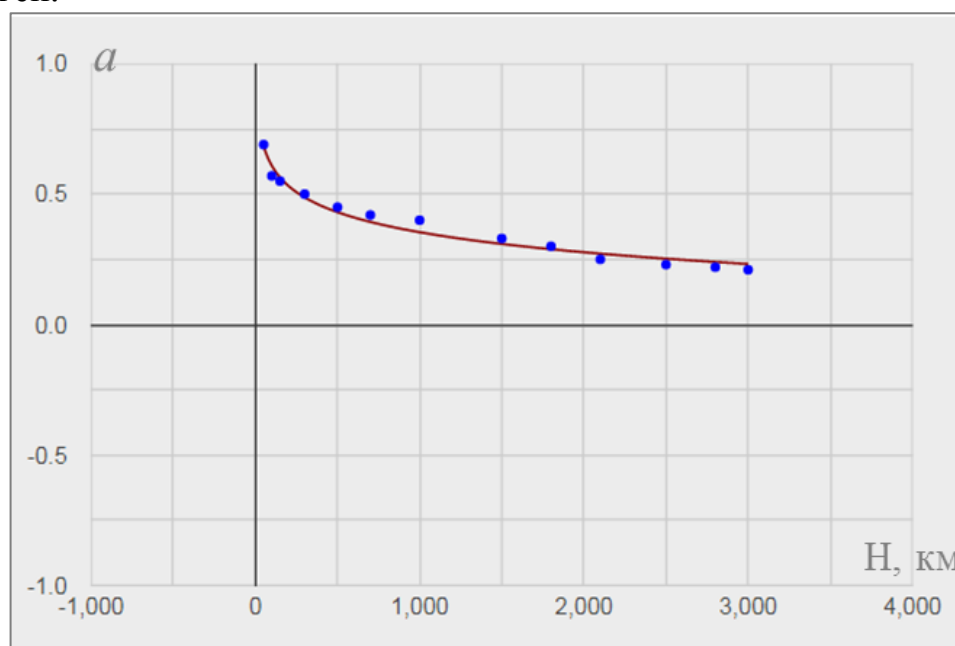
Бұл ретте аргумент ретінде коллектордың тереңдігі –  $H(x)$ , ал функция ретінде көбейткіш –  $a(y)$  алынды. Регрессиялық талдаудың нәтижесі 1-кестеде көрсетілген.



1-кесте Логарифмдік регрессия

$i$	$x_i$	$y_i$	$\hat{y}_i$	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$	$\varepsilon_i$	$\varepsilon_i^2$	$A_i$	$\Delta\varepsilon_i$	$(\Delta\varepsilon_i)^2$
1	50	0.69	0.6859	0.2962	0.0877	0.0041	0	0.0059	—	—
2	100	0.57	0.6091	0.1762	0.031	-0.0391	0.0015	0.0687	-0.0432	0.0019
3	150	0.55	0.5642	0.1562	0.0244	-0.0142	0.0002	0.0259	0.0249	0.0006
4	300	0.5	0.4874	0.1062	0.0113	0.0126	0.0002	0.0251	0.0268	0.0007
5	500	0.45	0.4308	0.0562	0.0032	0.0192	0.0004	0.0426	0.0066	0
6	700	0.42	0.3936	0.0262	0.0007	0.0264	0.0007	0.0629	0.0073	0.0001
7	1000	0.4	0.3541	0.0062	0	0.0459	0.0021	0.1149	0.0195	0.0004
8	1500	0.33	0.3091	-0.0638	0.0041	0.0209	0.0004	0.0632	-0.0251	0.0006
9	1800	0.3	0.2889	-0.0938	0.0088	0.0111	0.0001	0.0369	-0.0098	0.0001
10	2100	0.25	0.2719	-0.1438	0.0207	-0.0219	0.0005	0.0874	-0.0329	0.0011
11	2500	0.23	0.2525	-0.1638	0.0268	-0.0225	0.0005	0.098	-0.0007	0
12	2800	0.22	0.24	-0.1738	0.0302	-0.02	0.0004	0.0909	0.0026	0
13	3000	0.21	0.2323	-0.1838	0.0338	-0.0223	0.0005	0.1064	-0.0024	0
$\Sigma$	—	—	—	—	0.2827	—	0.0075	0.8288	—	0.0055

Логарифмдік функция арқылы жуықтау нәтижесі 5-суретте көрсетілген.



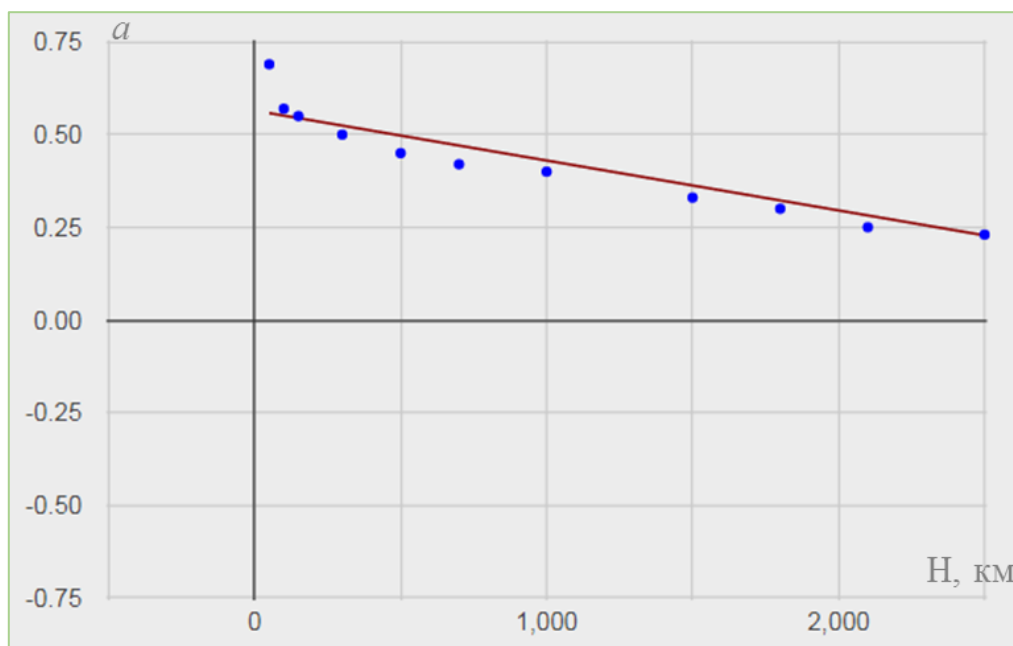
5-сур. Логарифмдік функция арқылы аппроксимациялау

Қарастырылған  $H$  және  $a$  параметрлері арасындағы анықталған логарифмдік тәуелділік мына өрнекпен сипатталады:

$$a = 1.1193 - 0.1108 \cdot \ln H \quad (6)$$

Корреляция коэффициенті  $R_{xy} = 0.98$ , ал аппроксимациялаудың орташа қателігі  $M = 6.37\%$ .

Ал сызықтық функция бойынша аппроксимациялау кезінде (6-сурет), сызықтық жұп корреляция коэффициенті  $R_{xy} = 0.89$ , және орташа жуықтау қатесі  $M = 9.81\%$ .



6 –сур. Сызықтық функциямен аппроксимациялау

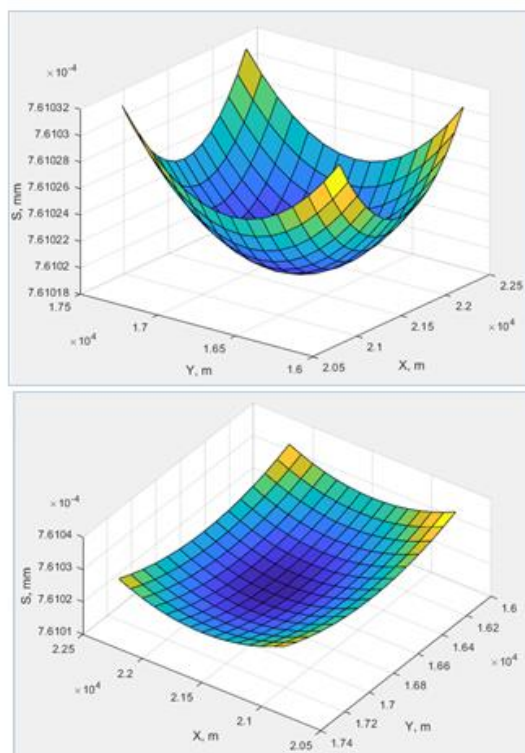
Күндізгі беттің шөгуін есептеу үшін (5) формуланы қолданамыз және есептеулер нәтижесінде шөгу тостағанының үлгісін аламыз (7-сурет). Көріп отырғанымыздай, шөгудің есептелген және нақты мәндері бір-бірінен өте алыс, өйткені Кнотэ әсер ету функциясы келесі өрнектен анықталады да:

$$k_z = \frac{e^{\left(\frac{\pi r^2}{R^2}\right)}}{R^2}, \quad (7)$$

шөгу тостағанының қажетті пішіні мен тереңдігін алуға мүмкіндік бермейді.

Бұл кемшілікті жою үшін бөлгіштегі  $R^2$ -ты алып тастау арқылы, сонымен қатар дәрежеден  $\pi$ -ді алып тастау арқылы Кnote функциясының түрін біршама өзгертеміз. Мұндай модификациялар күндізгі бетінің шөгуінің дәлірек модельдеу моделін алуға мүмкіндік береді.

Тостағанның пішіні мен өлшемдерін сипаттайтын функцияның жаңа өрнегі кеңістік-уақыт параметрлік моделінде де бар екенін атап өткен жөн. Бірақ, бұл модельде қабат жынысының физикалық-механикалық қасиеттері, қабаттың тереңдігі және қабат қысымының өзгеруі ескерілмейді, бұл көмірсутек кен орындары аймақтарын геодинамикалық модельдеуде өте маңызды болып көрінеді.



$$S = -a \int_A C k_z dA, \quad -a = S/C, \quad k_z = \frac{e \left( \frac{\pi r^2}{R^2} \right)}{R^2}$$

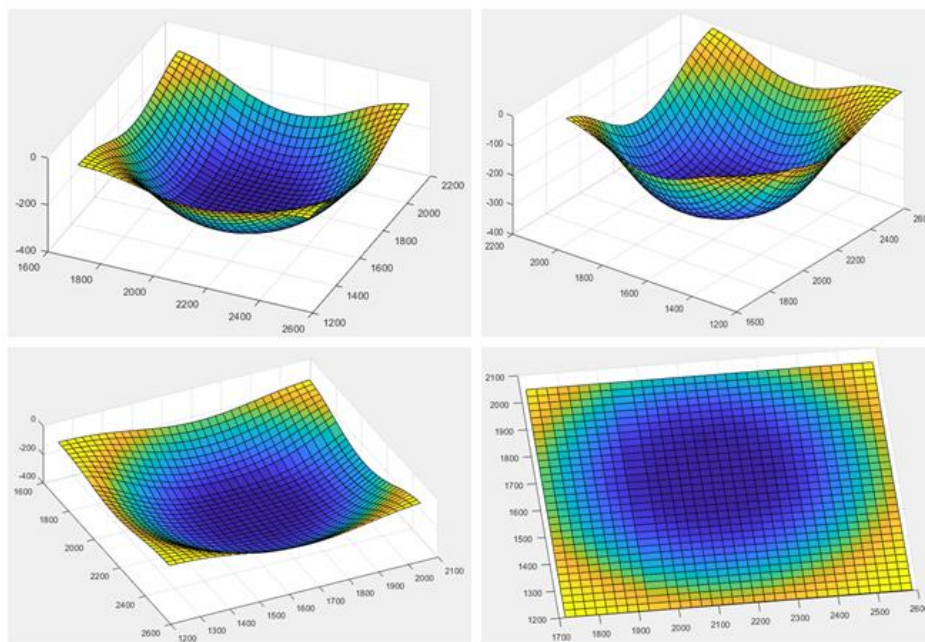
Срасч.	Снабл.
0.000761032	-20
0.000761028	-47
0.000761026	-78
0.000761023	-125
0.000761022	-220
0.00076102	-280
0.00076102	-305
0.000761019	-330
0.00076102	-320
0.00076102	-270
0.000761022	-230
0.000761023	-170
0.000761026	-120
0.000761028	-80
0.000761032	-60

7-сур. Кнотэ эсер ету функциясы арқылы модельді талдау

Осылайша, біз геодинамиканың имитациялық-болжамды моделін құру үшін жаңа есептеу формуласын аламыз:

$$S = -a \int_A C k_z dA; \quad k_z = e^{-\frac{1}{2} r_i^2}. \quad (8)$$

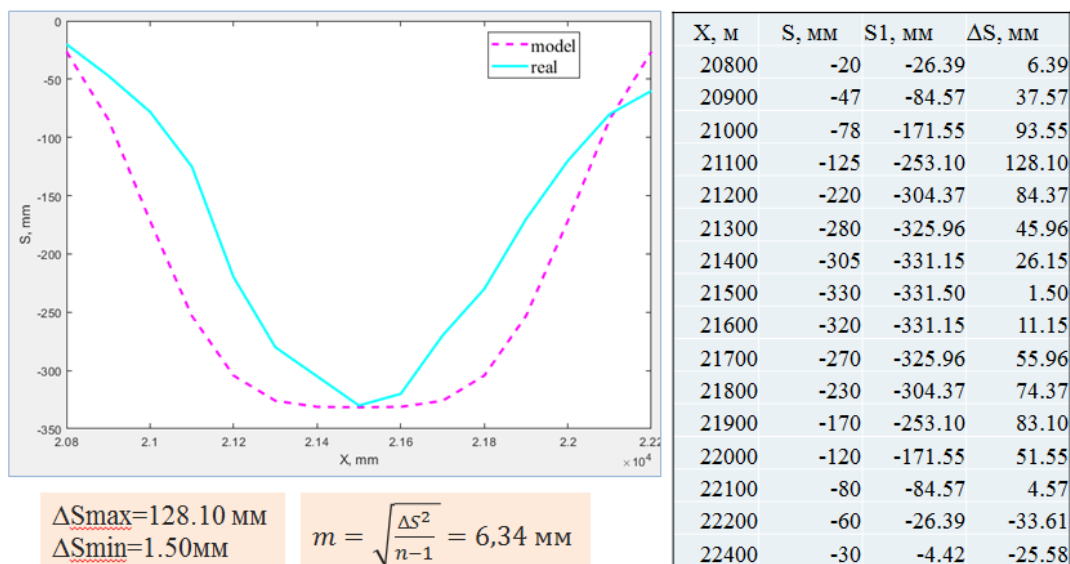
Модельдің жаңа бейімделген нұсқасына сәйкес есептеулер жүргізгеннен кейін, шөгу тостағаны нақты шөгу мұлдасына жақындай түсетінін көреміз (8-сур.).



8-сур. Жаңа есептеу формуласы бойынша шөгу тостағаны

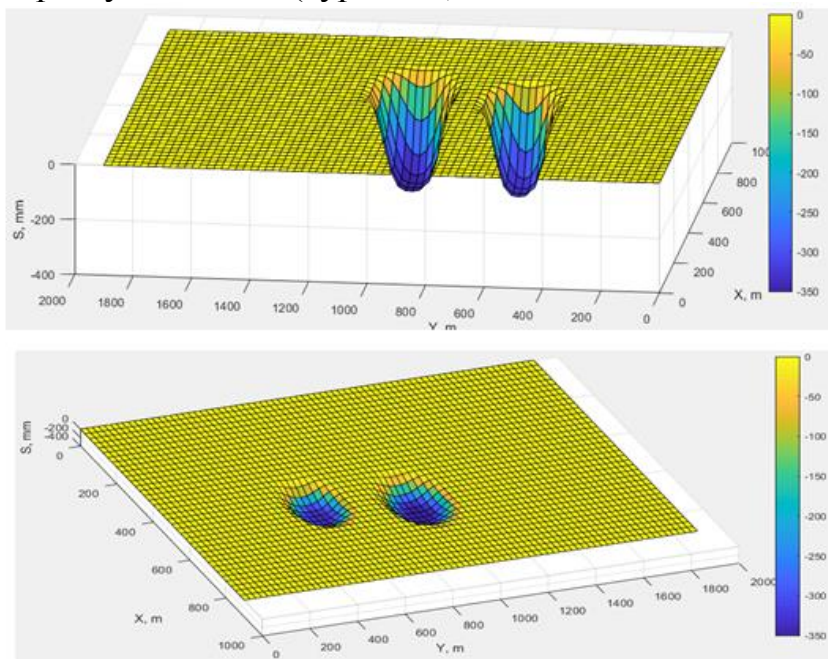
Жаңа есептеу формуласы бойынша жер бетінің жылжуының модельдік бағаларының салыстырмалы талдауы және іс жүзінде байқалған шөгінділер 9-суретте көрсетілген.

Бұл тәсілде біз нақты байқалғанға жақын есептелген қисық аламыз. Шөгуді анықтаудың орташа квадраттық қателігі кеңістіктік-параметрлік әдіспен салыстырғанда 1,1 мм-ге азайып, 6,34 мм-ге айналды. Дәлдік айырмашылығы үлкен болмаса да, жаңа есептеу формуласына артықшылық беріледі, өйткені ол кен орнының геологиялық құрылымын және қабат қысымының өзгеруін ескереді.



9-сур. Имитациялық модельдің дәлдігін бағалау нәтижелері

Matlab бағдарламасының ортасында екі шөгінді тостағанның өзара орналасуын көрсетуге болады (сурет. 10).



10-сур. Кен орнындағы екі шөгінді тостаған

Тостағандар бір-біріне жақын орналасқандықтан және шөгу қарқынды үдеумен болып жатқандықтан, 8-9 жылдан кейін, кен орнын игерудің қазіргі қарқыны сақталса, екі тостаған қосылып, бір үлкен шөгінді мұлданы құрайды деп, болжауға болады.

Жалпы, қарқынды геодинамикалық процестер аймақтың бүкіл экожүйесіне, соның ішінде фауна мен флораға теріс әсер етеді, қоршаған ортаның барлық табиғи циклін бұзады. Осы себепті, Каспий теңізі төңірегінде кен орындарын игергенде, әсіресе, теңізде терең орналасқан кен қорларын пайдалану кезінде, игерудің экологиялық таза әдістерін құлдану ұсынылады.

## **Қорытынды**

Диссертациялық жұмыста кен орындарын игерудің қауіпсіздігі мен тиімділігін арттыруды қамтамасыз етуге ықпал жасайтын, геодинамикалық процестердің кешенді мониторингінің деректері негізінде, жер бетінің шөгуін модельдеу бойынша, ғылыми-техникалық мәселенің шешімі берілген.

### **Зерттеудің негізгі ғылыми және практикалық нәтижелері:**

1. Отандық және шетелдік ғылыми-техникалық әдебиеттерді, жер қыртысының қозғалысын зерттеу саласындағы жұмыс тәжірибесін, деформацияларды бақылау әдістері мен құралдарын талдау, сондай-ақ зерттеу объектісінің геологиясы мен тектоникасын зерттеу негізінде табиғи-техногендік геодинамикалық процестерді зерттеудің кешенді әдістемесі ұсынылды.

2. Стратиграфиялық деректер негізінде Datamine бағдарламасында кен орнының геологиялық моделі салынды, ол геодинамикалық модельдеуде өнімді кабаттардың тереңдігі мен қалыңдығын есепке алуға мүмкіндік береді.

3. Күндізгі беттің шөгуі мен су қоймасының тереңдігі арасындағы байланыс орнатылды, бұл кен орнындағы геодинамикалық жағдайды неғұрлым объективті бағалауға мүмкіндік береді.

4. Мұнай-газ кен орны аумағында күндізгі бетінің жылжуының бар тенденциясын математикалық сипаттауға мүмкіндік беретін бейімделген Knotе әсер ету функциясының негізінде құрылған күндізгі беттің шөгуінің есептеу формуласы ұсынылды.

5. Matlab бағдарламасында кен орнының геологиялық құрылымын, кабат тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін, кен орнын игеру қарқындылығын және Солтүстік Бозашы кен орнындағы геодезиялық бақылау деректерін ескере отырып, болжамды имитациялық моделі салынды.

6. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері өндіріске енгізілді және Халықаралық білім беру корпорациясының магистранттары үшін, дәріс материалдары мен практикалық сабақтарға енгізіледі. Өндіріске және оқу процесіне енгізу, тиісті актілерімен расталған.

## Диссертацияның негізгі ережелері келесі еңбектерде жарияланған:

1. Кенесбаева А., Земцова А.В. О геодинамическом мониторинге с помощью ГИС технологий. Вестник КазГАСА №1(67)-2018. С.183-186.
2. Кенесбаева А., Нурпеисова М.Б. Прогнозирование техногенных оседаний земной поверхности. Горный журнал Казахстана. - №11,. -2018г.- С. 24-27.
3. Кенесбаева А., Орынбасарова Э.О. Возможности использования данных нового спутника Sentinel-1. Вестник КазГАСА №2(68)-2018. - С.168-174.
4. Кенесбаева А., Нурпеисова М.Б. Методика моделирования деформации земной поверхности с использованием клеточных автоматов. Вестник КазНИТУ №1(131)-2019. С.186-190.
5. Кенесбаева А., Орынбасарова Э.О. Геодинамическая модель нефтегазового месторождения на основе клеточных автоматов. Вестник КазГАСА. – №3(73). – 2019. – С. 295-302.
6. A. Kenesbayeva, M. Nurpeisova , Zh. Bekbassarov, K. Kartbayeva , U. Gabitova. Complex evaluation of geodynamic safety in the development of hydrocarbon reserves deposits. News of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. ISSN 2224-5278. Volume 1, Number 439 (2020), p.90 – 98.
7. Kenesbayeva A., Nurpeisova M., Levin E. Modeling of geodynamic processes at hydrocarbon deposit. News of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. ISSN 2224-5278. Volume 4, Number 448 (2021), p.42 – 49.
8. Кенесбаева А., Нурпеисова М.Б. Мониторинг смещений земной поверхности при разработке месторождений углеводородов. Научно-производственный и технический журнал «Маркшейдерия и недропользование». г.Москва, РФ. 2019г. с.42-46.
9. Nurpeisova M., Kenesbaeva A., Levin E., Baltiyeva A., Nizamova M., Aitkazinova S. Geodynamic Processes Modeling On Oil-Gas Deposits. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems– JARDS. V11, Special issue 8, 2019. -2075-2083 p.
10. Кенесбаева А., Нурпеисова М.Б., Левин Е. GPS мониторинг деформационных процессов при добыче углеводородов. Материалы 14 Международной научной школы молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых». 28 октября – 01 ноября 2019 г. – М: ИПКОН РАН, 2019. – . С.138-141.
11. Кыргызбаева Г.М., Кенесбаева А., Садыков Б.Б. Методика ведения мониторинга с использованием спутниковых систем и обработки его результатов. Научно-производственный и технический журнал «Маркшейдерия и недропользование». г.Москва, РФ. 2022г. с.52-54.
12. Кенесбаева А., Картбаева К.Т. Использование клеточных автоматов для моделирования геодинамических процессов. Сб. материалов Международная научно-практическая конференция «Современный



проектный процесс и новые стандарты жизни». Алматы: КазГАСА, 2017. С. 248-253.

13. Кенесбаева А., Земцова А.В. О геодинамическом мониторинге по данным ДЗЗ. Сборник докладов на международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения». Алматы, КазНИТУ. -2018.- С.929-932.

14. Кенесбаева А., Нурпеисова М.Б. Экологическая и промышленная безопасность освоения нефтегазовых ресурсов. Труды Сатпаевских чтений. Том 1. Алматы: КазНИТУ имени Сатпаева, 2019г. С.876-881.

15. Кенесбаева А., Нурпеисова М.Б. Алгоритм создания имитационной модели сдвигения на месторождении углеводородов. Сборник трудов Межд. науч.-практической конференции «Рациональное использование минерального и индустриального сырья в условиях индустрии 4.0». Алматы: КазНИТУ имени Сатпаева, 2019г. С. с.75-78.

16. Кенесбаева А., Нурпеисова М.Б., Левин Е. Моделирование сдвижений земной поверхности на месторождении углеводородов. Труды международного форума маркшейдеров «Цифровые технологии в геодезии, маркшейдерии и геомеханике». Г.Караганда: КарГТУ, 2019г. С. 156-160.

17. Кенесбаева А., Нурпеисова М.Б., Орынбасарова Э.О. Комплексный мониторинг на нефтегазовых месторождениях Казахстана. Монография. LAP Lambert Academic publishing, Germany, 2020.