

СИРАЖЕВ АРМАН НУРЛАОВИЧТИҢ

ОП: 8D07104 «Мұнай және кен геофизикасы» мамандығы бойынша
философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алуға ұсынылған
диссертацияға

АННОТАЦИЯ

Философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алуға ұсынылған
диссертация

Диссертация тақырыбы: Орталық Қазақстанның күрделі тау-кен геологиялық жағдайларында 3D сейсмикалық барлау және көп толқынды сейсмотомография әдістерімен кен орындарын зерттеу.

Өзектілігі. Қазіргі уақытта қазақстандық нарықта халықаралық талаптарға жауап беретін және саланың қажеттіліктерін толық қанағаттандыруға қабілетті күрделі тау-кен-геологиялық жағдайларда кен орындарын модельдеу үшін 3D сейсмикалық барлауды қолдану бойынша отандық және шетелдік компаниялардың ұсыныстары жетіспейді. Бүгінгі таңда сейсмикалық мәліметтерді өңдеу мен интерпретациялаудың жаңа технологиялары әзірленді және қолданыстағылары үнемі жетілдірілуде, пайдалы сигналдарды жинақтау үшін жаңа мүмкіндіктер ашады және күрделі геологиялық объектілер жағдайында кедергілермен тиімді күреседі.

Зерттеудің мақсаты. мыс құмтас кен орындарын кейіннен тиімді игеру және пайдалану үшін геологиялық-геофизикалық деректермен үйлестіре отырып, үш өлшемді сейсмикалық барлау негізінде геологиялық күрделі кен объектілерін модельдеу технологиясын әзірлеу.

Зерттеулер Жезқазған кенді аймағының тәжірибелік алаңдарында жүргізілді.

Зерттеу міндеттері. 1) сейсмикалық сигналдарды цифрлық есепке алу мен өңдеудің қазіргі заманғы рәсімдерін қолданумен, уақыт пен тереңдік облыстарында жоғары ажыратымдылықтағы сейсмикалық мәліметтерді алумен үйлесімде;

2) толқындық өрісті талдау және геологиялық гетерогенділікке байланысты серпімділік қасиеттерінің өзгеру аймақтарын және мыс құмтастарының минералдану аймақтарын анықтай отырып, жылдамдық модельдерін құру;

3) сейсмикалық деректердің құрылымдық-динамикалық интерпретациясын жүргізу және Жезқазған типті мыс минералдануының сейсмогеологиялық моделін құру, оның ішінде:

- жасырын кен-болашақ учаскелерінің құрылымдық картасын жасау;
- сейсмофациалық талдау;
- кенді басқаратын тектоникалық бұзылуларды анықтау;
- кенді жыныстардың контурын және кен орындарының шекарасын анықтау;
- минералдануға байланысты қопсыту, ұсақтау және жару аймақтарын анықтау.

Зерттеу объектісі. Орталық Қазақстанның Жезқазған кенді аймағындағы

мыс құмтас кен орындарының геологиялық қимасы. Облысқа Жыланды тобындағы осы кен орындары кіреді: Пектес, Донызауз, Батыс Сарыоба.

Зерттеу тақырыбы. 3D сейсмикалық барлауды қолдану және жоғары ажыратымдылықтағы сейсмикалық кескіндерді алу, серпімділік қасиеттерінің өзгеру аймақтарын бөлумен сейсмикалық модельді құру арқылы шешуге жататын міндеттердің жаңа деңгейіне өтуге болады – не тікелей руданы бақылау факторларын, не өндіріс пен барлаудың іс жүзінде игерілген тереңдіктеріндегі кен шөгінділерінің өзін анықтау және көлемдік зерттеу. Сонымен қатар, бүгінде 1000 метрге дейінгі және одан да көп тереңдіктегі кен орындарын іздеу және барлау мәселесі туындап отыр.

Нақты материал. Диссертациялық жұмыстың тақырыбы бойынша зерттеу Жыланды кен орындары тобының тәжірибелік учаскелерінде жүргізілген эксперименттік 3D сейсмикалық барлау жұмыстарының нәтижелеріне негізделген: Пектас, Донызауз, Батыс Сарыоба. Диссертацияның авторы дала жұмыстарын, кейіннен іс жүргізуді жобалау мен қадағалауға тікелей қатысушы болды.

Диссертацияда ең алдымен 3D сейсмикалық барлаудың егжей-тегжейлі далалық зерттеулерінің материалдары, барлау және барлау ұңғымаларының бұрғылау деректері және Жезқазған кенді аймағындағы мыс кен орындарын барлау және игерумен айналысатын жер қойнауын пайдаланушылар әр жылдары алынған ең бай геологиялық материалдар пайдаланылады.

Диссертация жазушысының тікелей қатысуымен «Дубна» Мемлекеттік Университетінде және «Геосейс» ЖШС, Мәскеу, РФ, тағылымдамадан өту барысында алға қойылған міндеттерді шешу үшін жарықшақтардың түзілу процестерін және сейсмикалық толқындардың өзгеру заңдылықтарын орнату, сейсмикалық толқындардың пайда болу заңдылықтарын егжей-тегжейлі зерттеу үшін бүйірлік сейсмикалық орналасудың инновациялық технологияларын (БКСО, ПО «ПОСиГС») пайдалану мүмкіндігін бағалау бойынша сейсмоакустикалық эмиссияның амплитудалық-уақыттық параметрлері сыну түріне және жыныстардың сұйықтыққа қанығуына байланысты зерттеулер жүргізілді.

Диссертациялық жұмыстың ҒЗЖ жоспарларымен байланысы. Автор келесі ғылыми жобалармен тікелей айналысқан:

- 0265-18-ГК ҚР БҒМ «Ғылым Қоры» АҚ 2018-2021 ж.ж. гранттық қаржыландыру бағдарламасы бойынша «Казгипроцветмет» түсті металлургия кәсіпорындарын жобалау жөніндегі Қазақстан жетекші институты» ЖШС жүргізген «Қазақстанның күрделі тау-кен-геологиялық жағдайында кен орындарын модельдеу үшін үш өлшемді сейсмикалық барлау»;

-ИРН АР19680360 МНВОРК «Ғылым қоры» АҚ 2023-2025 ж.ж. гранттық қаржыландыру бағдарламасы бойынша «Кешенді геомеханикалық және геофизикалық зерттеулер негізінде кенді кен орындарын игеру кезінде тау жыныстарының массивтерінің кернеулі-деформациялық күйін модельдеу» Қ. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ геофизика кафедрасының қызметкерлері жүзеге асырған.

Зерттеу әдістемесі. Ұсынылған зерттеу нәтижелері қазіргі заманғы 3D сейсмикалық барлау технологияларын қолдану негізінде күрделі кен объектілерін болжау және тиімді игеру үшін геологиялық модельдерді құрудың ғылыми және практикалық негіздемесін әзірлеуге бағытталған.

Зерттеу әдістемесі бірнеше кезеңнен тұрды:

1. Қойылған міндеттерді шешудің тиімділігіне, ең алдымен, тәжірибелік аймақтарда жүргізілген 3D сейсмикалық барлау жұмыстарының геологиялық-геофизикалық негіздемесін әзірлеу арқылы қол жеткізілді, оның ішінде:
 - зерттелетін аймақтардың геологиялық құрылымын зерттеу;
 - жылдамдық сипаттамалары және дала жұмыстарын жүргізудің техникалық және технологиялық шарттары;
 - мыс құмтас кенорындарын қалыптастырудың күрделі тау-кен-геологиялық жағдайында серпімді тербелістердің жоғары жиілікті құрауыш деңгейі жоғарылаған пайдалы шағылысуларды қоздыру, қабылдау және тіркеудің негізделген параметрлерін қамтамасыз ететін бақылау жүйесінің жобасын әзірлеу;
2. Келесі кезеңде Жезқазған кенді аймағының Жыланды кен орындары (Пектас, Донызауз, Батыс Сарыоба) тобының тәжірибелік барланған учаскелері бойынша далалық 3D сейсмикалық мәліметтерді талдау және өңдеу жүргізілді. Сейсмикалық барлау деректерін өңдеу нәтижесінде (ЖТНӨ) жиынтыққа дейінгі уақытша пен тереңдік жылыстаудың (ЖДУЖ, ЖДТЖ) сейсмикалық текшелері және жоғары сапалы құрылымдық модельдер алынды, бұл нысаналы объектілердің жалпы геологиялық құрылымын және жергілікті біркелкі еместігін егжей-тегжейлі жарықтандыруға мүмкіндік берді, шағылысулардың сенімді корреляциясын және кен денелерімен байланысты аномалияларды анықтауды қамтамасыз етті;
3. Тәжірибе учаскелері мен олардың айналасындағы аумақтар бойынша қолда бар барлық геологиялық-геофизикалық ақпаратты қорыту, талдау және дайындау негізінде геологиялық-геофизикалық мәліметтердің базасы құрылды, оның ішінде бұрғылау, негізгі зерттеулер, ұңғымаларды геофизикалық зерттеу, егжей-тегжейлі далалық геологиялық барлау және геофизикалық зерттеулер нәтижелері және т.б.;
4. Толқынды өрісті модельдеу жүргізілді, сейсмогеологиялық учаскелер салынды, кенді жыныстардың кеңістікте таралу шекаралары анықталды. Геостатистикалық модельдеудің, Geographix және Petrel бағдарламалық ортада кешенді геологиялық-геофизикалық талдаудың және минералдану учаскелерінің кеңістіктік орналасуымен байланысты ұсақтау және жарықшақтық аймақтарды анықтау үшін бүйірлік көрініс сейсмикалық орналасу (БКСО) технологиясын пайдалану негізінде кен денелері анықталды және сызбалары жасалды;
5. Қорытынды кезеңде аяқталған зерттеулердің нәтижелері бойынша жұмыстардың оңтайлы кешенін және техникалық құралдарды негіздей отырып, далалық 3D сейсмикалық барлау зерттеулерінің әдістемесінен бастап, 3D сейсмикалық барлау деректерінің нәтижелерін өңдеу және жан-жақты түсіндіру, үш өлшемді сейсмогеологиялық зерттеу нысандарының көлемді деректерін салу, үш өлшемді сейсмогеологиялық модельдер нысанын құруға дейінгі әзірленген технологияның негізгі элементтері қалыптастырылды.

Қорғауға жататын негізгі ережелер.

1. Сандық тіркеу, өңдеу және интерпретациялаудың заманауи процедураларын пайдалана отырып, жоғары рұқсат етілген көлемді сейсмикалық барлауды ЖТНӨ-3D қолданатын, мақсатты аралықтарда көбейту арқылы далалық бақылау жүйелері жоғары сенімділік дәрежесі бар кен кен орындарын модельдеу үшін жоғары ақпараттық деректер берді;
2. Толқындық өрісті талдау және жылдамдық модельдерін құру негізінде стратиформалық типтегі кен орындарының кен өрістерінің геологиялық кешендерінің серпімді қасиеттерінің өзгеру заңдылықтары анықталды және барлау бұрғылау кешенінде жоғарғы белеутин және Жыланды кен өрісінің тасқұдық свитінің төменгі бөлімінің жекелеген қабаттарында кен орналастыру горизонттарын кеңістікте орналастыру шекаралары белгіленді;
3. Мақсатты кенді горизонттардың сейсмикалық атрибуттары мен петрофизикалық параметрлері арасындағы байланыс орнатылды. Бұл Жезқазған кен аймағындағы мыс құмтас кен орындарының Жыланды тобының жергілікті барланған учаскелеріндегі геологиялық қиманы егжей-тегжейлі зерделеуге және кен денелерін сызуға мүмкіндік берді;
4. (Cu,Pb,Zn) металл құрамы мәндерінің интерполяциялық әдісін қолдана отырып геостатистикалық модельдеу және ашық сыну индексімен анықталған БКСО әдісін қолдана отырып, шашыраңқы толқындардың 3D энергетикалық өрісін зерттеу стратиформды мыс шөгінділеріндегі кен шөгінділерін локализациялаудың қосымша критерийлерін анықтады. ***Зерттеудің ғылыми жаңалығы.*** Литосфераның терең құрылымын және шөгінді бассейндердің геодинамикалық аудандастырылуын зерттеуге, жаңа мұнай-газ аймақтарын анықтауға және болжауға қажетті геофизикалық негізді қалыптастырудың жаңа ғылыми-әдістемелік тәсілі әзірленді.

Практикалық маңызы.

Сейсмикалық толқынды кен орнында анықталған кен денелерінің контурларын зерттеу нәтижелері бойынша тереңдігі 550-820 м барлау ұңғымаларын бұрғылау ұсынылды. Жер қойнауын пайдаланушы компания жаңа кен орындары үшін 6 тексеру ұңғымасын бұрғылады және олардың барлығында мыстың минералдануы бар екенін растады. Зерттеу барысында жасалған және енгізілген 3D сейсмикалық барлауды пайдалана отырып, кен учаскесін модельдеудің түпнұсқалық технологиясы тау-кен кәсіпорындарында сейсмикалық ақпаратты тіркеу және өңдеудің қолданбалы сейсмикалық технологияларын сынау сатысында да, кенді аймақтардың геологиялық құрылымын іздестіру және зерттеу кезінде сейсмикалық әдістерді одан әрі оңтайландырумен байланысты мәселелерді шешуде де пайдалану үшін ұсынылады. Геофизикалық әдістер кешенінде сейсмикалық барлауды болжау және іздестіру және іздеу-барлау міндеттерін шешуде пайдалану нақты ортаны зерттеудің әртүрлі кезеңдерінде қолданылатын геофизикалық әдістердің болжамдық құрамдас бөлігінің ақпараттық мазмұны мен сенімділігін арттырады.

Технология басқа генетикалық типтегі рудалық объектілерді анықтау үшін ұсынылады.

Диссертациялық жұмыстың мақұлдау. Диссертация жазушысының ғылыми зерттеулерінің негізгі нәтижелері Геофизика және сейсмология

кафедрасының, ГМГИИ Жас ғалымдар кеңесінің семинарлары мен мәжілістерінде талқыланды. Диссертацияның ғылыми ережелері келесі халықаралық ғылыми-практикалық және республикалық конференцияларда баяндалған: NSG2021 27th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics Францияда (2021), «Инженерлік және кен геофизикасы 2021» (Геленджик), Геомодель, «Инженерлік және кен геофизикасы» Санкт-Петербург (2023), және БКСО әдісінің негізін қалаушысы Кузнецов О.Л. арналған «Дубна» Мемлекеттік Университетіндегі семинарда (2024).

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертация компьютерлік мәтіннің 156 бетінде ұсынылған және кіріспеден, 6 тараудан, қорытындыдан және 97 атаудан тұратын әдебиеттер тізімінен тұрады. Диссертацияда 102 сурет пен 15 кестеден бар.

1 тарау. РУДА ГЕОЛОГИЯСЫ МӘСЕЛЕЛЕРДІ ШЕШУДЕ СЕЙСМИКАЛЫҚ БАРЛАУДЫ ПАЙДАЛАНУДЫҢ ӘЛЕМДІК ТӘЖІРИБЕСІ. Кенді сейсмикалық барлаудың жинақталған әлемдік тәжірибесіне шолу жасалды, кен геологиялық мәселелерін шешу үшін сейсмикалық барлауды пайдаланудың табыстылығына баға берілді, проблемалық мәселелер талданды..

2 тарау. ЖЕЗҚАЗҒАН КЕНДІ АЙМАҒЫНДАҒЫ ТҮШКІ УЧАСКЕЛЕРДЕ 3D СЕЙСМИКАЛЫҚ БАРЛАУ ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-ГЕОФИЗИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕУІ. Бұл тарауда Жезқазған кен аймағы мысалында, Жыланды кен орнында, Пектес, Донызауыз және Батыс Сарыоба учаскелерінде Қазақстанның кен орындарында жоғары рұқсат етілген сейсмикалық барлау ЖТНӘ-3D жұмыстарын қолдану технологиясының негіздемесі берілген.

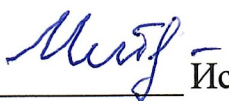
3 тарау. ЖЫЛАНДЫ КЕН ОРЫНДАРЫ ТОБЫНЫҢ ЕГЖЕЙЛІ-ТЕГЖЕЙЛІ УЧАСКЕЛЕРІНДЕ СЕЙСМИКАЛЫҚ БАРЛАУ ЖТНӘ-3D ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ НЕГІЗГІ ӘДІСНАМАЛЫҚ ПРИНЦИПТЕРІ. Бұл тарауда бақылау жүйелерін жоспарлау және далалық деректерді өңдеу ерекшеліктері туралы мәліметтер берілген.

4 тарау. СЕЙСМИКАЛЫҚ МӘЛІМЕТТЕР НЕГІЗІНДЕ КЕН ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ КОНТУРЛАРЫН ЖӘНЕ КЕН ОРЫНДАРЫНЫҢ ШЕКТЕРІН АНЫҚТАУ. Тарауда өңдеу нәтижелерін құрылымдық және динамикалық интерпретациялау әдістемесі қарастырылады.

5 тарау. ЖЕЗҚАЗҒАН КЕН АЙМАҒЫНДА КЕНДІ ПЕРСПЕКТИВАЛЫ КЕШЕНДЕРДІҢ ЖАРЫҚШАҚТАРЫНЫҢ ТАРАЛУЫН ЗЕРТТЕУ КЕЗІНДЕГІ СЕЙСМИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР. Бұл тарауда сейсмикалық шашыраңқы толқындар арқылы жарықшақтарды зерттеуге арналған БКСО және сейсмикалық томография әдісі қарастырылады.

6 тарау. КЕН ГЕОЛОГИЯСЫ МӘСЕЛЕЛЕРІН ШЕШУДЕ 3D СЕЙСМИКАЛЫҚ БАРЛАУДЫ ҚОЛДАНУ БОЙЫНША НЕГІЗГІ НӘТИЖЕЛЕР МЕН ҰСЫНЫСТАР. Тарауда жұмыстың нәтижелері берілген және одан әрі зерттеу үшін ұсыныстар әзірленеді.

PhD докторанты  А.Н.Сиражев

Ғылыми кеңесші  Истекова Сара Аманжоловна – геология-

минералогия ғылымдарының докторы, «Қ.И. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университетінде» «Геофизика және сейсмология» кафедрасының профессоры.

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности ОП: 8D07104 «Нефтяная и рудная геофизика»

СИРАЖЕВА АРМАНА НУРЛАНОВИЧА

Диссертация на соискание степени доктора философии (PhD)

Тема диссертации: Изучение рудных залежей методами 3D сейсморазведки и многоволновой сейсмотомографии в сложных горно-геологических условиях Центрального Казахстана

Актуальность. В настоящий момент на казахстанском рынке отсутствует предложение отечественных и зарубежных компаний по применению 3D сейсморазведки для моделирования рудных залежей в сложных горно-геологических условиях, отвечающих международным требованиям и способных в полной мере удовлетворить потребности отрасли. На сегодняшний день разработаны новые и постоянно совершенствуются существующие технологии методов обработки и интерпретации сейсмических данных, открывающие новые возможности для накопления полезных сигналов и более эффективной борьбы с помехами в условиях сложнопостроенных геологических объектов.

Цель исследований. разработка технологии моделирования геологически сложнопостроенных рудных объектов на основе трёхмерной сейсморазведки в комплексе с геолого-геофизическими данными для последующего эффективного освоения и эксплуатации месторождений медистых песчаников.

Исследования проведены на опытных участках Жезказганского рудного района.

Задачи исследований. 1) в совокупности с применением современных процедур цифровой регистрации и обработки сейсмических сигналов, получение сейсмических данных высокого разрешения во временной и глубинной областях;

2) анализ волнового поля и построение скоростных моделей с выделением зон изменения упругих свойств, связанных с геологической неоднородностью и зонами оруденения медистых песчаников;

3) проведение структурной и динамической интерпретации сейсмических данных и построение сейсмогеологической модели медного оруденения Жезказганского типа, включающие:

- структурное картирование скрытых рудоперспективных участков;
- сейсмофациальный анализ;
- выделение рудоконтролирующих тектонических нарушений;
- определение контуров рудовмещающих пород и границ рудных залежей;
- выделение связанных с оруденением зон разуплотнения, дробления и трещиноватости.

Объект исследований. геологический разрез месторождений медистых песчаников в Жезказганском рудном районе Центрального Казахстана. Район включает месторождения Жиландинской группы: Пектас, Донызауз, Западная Сарыоба..

Предмет исследований. С применением 3D сейсморазведки и получением сейсмических изображений высокого разрешения, построением сейсмической

модели с выделением зон изменения упругих свойств, возможен переход к новому уровню решаемых задач - обнаружению и объемному изучению либо факторов непосредственного рудоконтроля, либо самих рудных залежей на практически освоенных глубинах добычи и разведки. Кроме того, сегодня стоит задача поисков и разведки месторождений на глубинах до 1000 и более метров..

Фактический материал. В основу исследований по теме диссертации положены результаты опытных 3D сейсморазведочных работ выполненные на опытных участках Жиландинской группы месторождений: Пектас, Донызауз, Западная Сарыоба. Автор диссертации являлся непосредственным участником проектирования и супервайзерства полевых работ, и, в последствии, камеральных работ.

В диссертации, в первую очередь, использованы материалы по полевым детальным 3D сейсморазведочным исследованиям, данные бурения поисково-разведочных и разведочных скважин и, богатейший геологический материал, полученные в разные годы недропользователями, занимающиеся поиском, разведкой и разработкой месторождений меди в пределах Жезказганского рудного района.

При непосредственном участии диссертанта, в период прохождения стажировки в Государственном Университете «Дубна», и ООО Компании «Геосейс», РФ, Москва, для решения поставленных задач проведены исследования по оценки возможности применения инновационных технологий сейсмической локации бокового обзора (СЛБО, ПО «ПОСиГС»), для детального изучения процессов трещинообразования и возникновения волн сейсмоакустической эмиссии, установления закономерности изменения амплитудно-временных параметров сейсмоакустической эмиссии в зависимости от типа трещиноватости и флюидонасыщения горных пород. **Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР.** Автор принимал непосредственное участие в исследованиях по научным проектам:

- 0265-18-ГК «Трехмерная сейсморазведка для моделирования рудных залежей в сложных горно-геологических условиях Казахстана», выполненного ТОО «Казахстанский головной институт по проектированию предприятий цветной металлургии «Казгипроцветмет» по программе грантового финансирования АО «Фонд Науки» МОН РК, в 2018-2021 г.г.;

-ИРН АР19680360 «Моделирование напряженно-деформированного состояния горных массивов при разработке рудных месторождений на основе комплексных геомеханических и геофизических исследований» по программе грантового финансирования АО «Фонд Науки» МНВОРК, выполняемого сотрудниками кафедры геофизики КазННТУ им. К.И.Сатпаева в 2023-2025 гг.

Методика исследований. Представленные результаты исследований направлены на разработку научно-практического обоснования построения геологических моделей для прогнозирования и эффективной разработки сложнопостроенных рудных объектов на основе применения современных технологий 3D сейсморазведки. Методика исследований состояла из нескольких этапов:

1.Эффективность решения поставленных задач достигнута в первую очередь разработкой геолого-геофизического обоснования проведенных 3D сейсморазведочных работ на опытных участках, включая:

- изучение геологического строения исследуемых участков;
- скоростной характеристики и технико-технологических условий проведения полевых работ;
- разработку дизайна системы наблюдений, обеспечивающей обоснованные параметры возбуждения, приема и регистрации полезных отражений, с повышенным уровнем высокочастотной составляющей упругих колебаний в сложных горно-геологических условиях формирования месторождений медистых песчаников;

2. На следующем этапе проведен анализ и обработка полевых 3D сейсморазведочных данных по опытным разведанным участкам Жиландинской группы месторождений Жезказганского рудного района (Пектас, Донызауз, Западная Сарыоба). В результате обработки данных сейсморазведки МОГТ получены сейсмические кубы временной и глубинной миграции до суммирования (ВМДС, ГМДС) и структурные модели высокого качества, позволившие детально осветить общее геологическое строение и локальные неоднородности целевых объектов, обеспечивающие надежную корреляцию отражений и выявление аномалий, связанных с рудными телами;

3. На основе обобщения, анализа и подготовки всей имеющейся геологической и геофизической информации по опытным участкам и обрамляющей их территорий создана база геолого-геофизических данных включающая результаты бурения, исследования керна, геофизические исследования скважин, результаты детальных полевых геологоразведочных и геофизических исследований и др.;

4. Осуществлено моделирование волнового поля и построены сейсмогеологические разрезы, выявлены границы пространственного размещения рудовмещающих пород. На основе геостатистического моделирования, комплексного геолого-геофизического анализа в среде программного обеспечения Geographix и Petrel, применения технологии сейсмической локации бокового обзора (СЛБО) для выявления зон дробления и трещиноватости, связанных с пространственным положением участков оруденения, выделены и оконтурены рудные тела;

5. На завершающем этапе, по результатам выполненных исследований, сформированы основные элементы разрабатываемой технологии, начиная от методики полевых 3D сейсморазведочных исследований, с обоснованием оптимального комплекса работ и технических средств, до обработки и комплексной интерпретации результатов 3D сейсморазведочных данных, построения объёмных сейсмогеологических моделей объектов исследований, в виде кубов трехмерных данных.

Основные защищаемые положения, выносимые на защиту.

1. Системы полевых наблюдений методом высокоразрешающей объемной сейсморазведки МОГТ-3D, с повышенной кратностью на целевых интервалах, с применением современных процедур цифровой регистрации, обработки и интерпретации, обеспечили получение высокоинформативных данных для моделирования рудных залежей с высокой степенью достоверности;
2. На основе анализа волнового поля и построения скоростных моделей выявлены закономерности изменения упругих свойств геологических комплексов рудных полей месторождений стратиформного типа и, в комплексе с разведочным бурением, установлены границы пространственного

размещения рудовмещающих горизонтов в верхнебелеутинской и, отдельных слоях таскудукской свит нижнего отдела каменноугольной системы Жиландинского рудного поля;

3. Установлена связь сейсмических атрибутов с петрофизическими параметрами целевых рудоносных горизонтов. Это позволило детально изучить геологический разрез и оконтурить рудные тела на локальных разведанных участках Жиландинской группы месторождений медистых песчаников в Жезказганском рудном районе;

4. Геостатистическое моделирование методом интерполяции значений содержания металла (Cu,Pb,Zn) и изучение 3D-поля энергии рассеянных волн методом СЛБО, отождествляемое с индексом открытой трещиноватости, выявили дополнительные критерии локализации рудных залежей в месторождений меди стратиформного типа. **Научная новизна исследований.** Разработан новый научно-методический подход для формирования геофизической основы, необходимой при изучении глубинного строения литосферы и геодинамического районирования осадочных бассейнов, выделения и прогноза новых нефтегазоносных районов.

Практическая значимость.

По результатам исследований по контурам рудных тел, выделенных в сейсмическом волновом поле, было рекомендовано бурение разведочных скважин глубиной 550-820 м. Компанией-недропользователем пробурено 6 заверочных скважин по новым рудным объектам, во всех было получено подтверждение о наличии медного оруденения. Созданная и реализованная при выполнении исследований оригинальная технология моделирования рудного разреза с использованием 3D сейсморазведки рекомендована к применению в горнодобывающих компаниях как на этапе тестирования применяемых сейсмических технологий регистрации и обработки сейсмической информации, так и при решении задач, связанных с дальнейшей оптимизацией сейсмических методов при поисках и изучении геологического строения рудных районов. Применение сейсморазведки в комплексе геофизических методов при решении прогнозно-поисковых и поисково-разведочных задач позволит повысить информативность и достоверность прогнозной составляющей применяемых геофизических методов на различных стадиях исследования реальных сред.

Технология рекомендована к опробованию для выявления рудных объектов других генетических типов.

Апробация работы. Основные результаты научных исследований диссертанта обсуждались на семинарах и заседаниях кафедры Геофизики и сейсмологии, Совете молодых ученых ИГНГД. Научные положения диссертационной работы докладывались на международных научно-практических и республиканских конференциях: NSG2021 27th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics во Франции (2021), «Инженерная и рудная геофизика 2021» (Геленджик), Геомодель, «Инженерная и рудная геофизика» Санк-Петербург (2023), и на семинаре, посвященному основателю метода СЛБО Кузнецову О.Л. в Государственном Университете «Дубна» (2024).

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 156 страницах компьютерного текста и состоит из введения, 6 глав, заключения и

списка использованных источников, состоящего из 97 наименований. Диссертация включает 102 рисунка и 15 таблиц.

Глава1. МИРОВОЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РУДНОЙ ГЕОЛОГИИ. Выполнен обзор накопленного по рудной сейсморазведке мирового опыта, дана оценка успешности применения сейсморазведки для решения задач рудной геологии, анализ проблемных вопросов.

Глава2. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОСТАНОВКИ 3D СЕЙСМОРАЗВЕДКИ НА ОПЫТНЫХ ОБЪЕКТАХ ЖЕЗКАЗГАНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА. В главе представлено обоснование технологии применения высокоразрешающей сейсморазведки МОГТ-3D на рудных месторождениях Казахстана на примере Жезказганского рудного района, в пределах Жиландинского рудного поля, на участках Пектас, Донызауыз и Западная Сарыоба.

Глава3.ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ МОГТ 3D НА ДЕТАЛЬНЫХ УЧАСТКАХ ЖИЛАНДИНСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. В главе представлены данные об особенностях планирования систем наблюдения и обработки полевых данных.

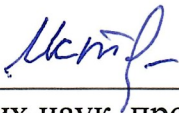
Глава4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТУРОВ РУДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД И ГРАНИЦ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ПО СЕЙСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ.

В главе рассмотрена методика структурной и динамической интерпретации результатов обработки.

Глава5. СЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕЩИНОВАТОСТИ РУДОПЕРСПЕКТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ЖЕЗКАЗГАНСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ. В главе рассматривается метод СЛБО и сейсмотомографии для изучения трещиноватости по сейсмическим рассеянным волнам.

Глава6. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ 3D СЕЙСМОРАЗВЕДКИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РУДНОЙ ГЕОЛОГИИ. В главе представлены результаты работ и выработаны рекомендации для дальнейших исследований.

PhD докторант  **А.Н.Сиражев**

Научный консультант  **Истекова Сара Аманжоловна** – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры Геофизика и сейсмология, НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева».

Abstract
of PhD Doctoral Dissertation (Philosophy) under OP: 8D07104
"Petroleum and Ore Geophysics"
of Mr. **ARMAN NURLANOVICH SIRAZHEV**

PhD Doctoral Dissertation (Philosophy)

Subject: Study of ore deposits using 3D seismic survey and multi-wave seismotomography in complex mining and geological environment of Central Kazakhstan.

Background

Nowadays, neither domestic nor foreign company operating at Kazakhstan market is capable to deliver an internationally acknowledged and industry compliant offer for application of 3D seismic exploration for ore deposits modeling in challenging mining and geological environment. To-date, new seismic data processing and interpreting technologies have been developed and are constantly being improved, brining-in new opportunities for seismic responses accumulation and more effective noise attenuation and control in complex geological targets.

Purpose

Develop technology for modeling of geologically complex ore targets based on 3D seismic exploration and geological and geophysical data for subsequent effective production development of copper sandstone deposits.

The study has been performed at experimental sites of Zhezkazgan ore district.

Assignments

- 1) obtain high-resolution PSTM and PSDM seismic data using modern procedures for seismic data digital registration and processing;
- 2) analyze wave field and build velocity models identifying zones of alteration of elastic properties associated with geological heterogeneity and zones of mineralization of copper sandstones;
- 3) structural and dynamic interpretation of seismic data and build-up of seismic-geological model of Zhezkazgan-type copper mineralization, including:
 - structural mapping of hidden ore-promising areas;
 - seismic facies analysis.
 - identification of ore-controlling tectonic disturbances;
 - delineation of ore-host rocks and boundaries of ore deposits;
 - identification of decompaction, crushing and fracturing zones associated with ore grade mineralization.

Target

The geological section of copper sandstone deposits in Zhezkazgan ore district of Central Kazakhstan. The area includes deposits of Yamalandinsky group: Pektas, Donyzauz and Zapadnaya Saryoba.

Subject

The use of 3D seismic exploration, availability of high-resolution seismic imaging,

build-up of seismic model with identification of the zones of alteration of elastic properties ensured progressing to a new level of assignments - detection and volumetric study of either direct ore control factors or ore deposits within the intervals which have passed production development and exploration interval. Moreover, a current assignment is to find and explore the deposits having depth up to 1000 meters or more.

Evidence

The dissertation study is based on the findings of experimental 3D seismic effort performed at experimental sites of Zhilandinskaya group of fields: Pektas, Donyzauz and Zapadnaya Saryoba. The author of dissertation has been personally involved in designing and supervision of field activities and, subsequently, office related effort.

The dissertation primarily refers to the deliverables of field detailed 3D seismic effort, prospect and exploration wells' drilling data and abundant historical geological data collected by subsurface users participated in the search, exploration and production development of copper deposits within Zhezkazgan ore region.

Throughout internship at Dubna State University and Geoseis LLC, Moscow, Russia, the dissertation candidate had been directly participated in the studies to assess possibility of applying innovative SSS (Seismic Side Scanner "POSiGS" Software) technologies for a detailed study of the processes of fracturing development and seismic acoustic waves emission and to determine the trends of changes in amplitude-time parameters of seismoacoustic emission pending on type of fracturing and fluid saturation of rocks.

Relationship of Dissertation and Topics of Researches

The author had been directly involved in the following research and study projects:

- 0265-18-GC "3D seismic exploration for modeling of ore deposits in complex mining and geological environment of Kazakhstan", performed by "Kazakhstan Head Institute for Design of Non-Ferrous Metallurgy Enterprises "Kazgiprotsvetmet" LLP under grant financing program of "Science Foundation" JSC of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Year 2018-2021;
- IRN AP19680360 "Modeling of stress-strain state of mountain massifs during production development of ore deposits based on complex geomechanical and geophysical studies" under grant financing program of "Science Foundation" JSC of the Ministry of Science and Higher Education and Science of the Republic of Kazakhstan, performed by specialists of the Department of Geophysics of K.I. Satpayev Kazakh National Technical University, Year 2023-2025.

Methodology

The deliverables of the study are aimed to outline and provide academic and research justification for building-up geological models to predict and effectively produce complex ore objects applying state-of-the-art 3D seismic exploration technique. The methodology consisted of several stages:

1. The effectiveness of assignments solution had been achieved primarily by development of geological and geophysical justification for 3D seismic surveys performed at experimental sites, including:

- review of geological structure of studied sites;
 - velocity characteristics and technical and technological conditions of field activities;
 - designing of seismic survey system capable to deliver justified parameters for shot points, receiving points and acquisition values for desirable reflections with increased level of high-frequency component of elastic vibrations in complex mining and geological environment of copper sandstone deposits;
2. The next stage included analysis and processing of 3D field seismic data from experimental explored sections of Zhilandy group of deposits of Zhezkazgan ore region (Pektas, Donyzauz, Western Saryoba). The PSDM and PSTM seismic data cube and high-quality structural models have been derived as the result of CDP seismic data processing allowing to get detailed background on general geological structure and local inhomogeneities of the targets, ensuring reliable correlation of the reflections and detection of ore bodies associated anomalies;
 3. A geological and geophysical database has been developed based on compilation, analysis and preparation of all available geological and geophysical data taken from experimental sites and adjacent territories, including drilling results, core studies, wellbores geophysical studies, deliverables of detailed field geological exploration and geophysical studies, etc.;
 4. The wave field was modeled and seismogeological sections were constructed, and the boundaries of spatial distribution of ore-bearing rocks were identified. The ore bodies have been identified and delineated based on geostatistical modeling, integrated geological and geophysical analysis in Geographix and Petrel software, applying innovative SSS (Seismic Side Scanner) technology to identify zones of crushing and fracturing associated with spatial position of mineralization sites;
 5. The final stage included preparation of key elements of technology being developed taking into account the results of study and covering the process from methodology of field 3D seismic survey (including justification of optimal activities and technical means) till processing and complex interpretation of the results of 3D seismic data, buildup of 3D seismogeological model of the targets, in the format of 3D data cubes.

The dissertation items to be defended

5. The systems of field data acquisition using high-resolution volumetric 3D seismic survey CDP-3D with high fold at target intervals and application of modern digital data registration, processing and interpretation procedures allowed to accumulate extremely informative data for highly reliable modeling of ore deposits;
6. The trends of alteration of elastic properties of geological complexes of stratiform ore deposits have been verified based on the analysis of wave field and velocity models build-up. The above mentioned effort combined with exploration drilling helped to determine the boundaries of spatial distribution of ore-containing horizons in Verkhnebeleutinskaya suite and separate layers of Taskuduk suite of Lower Carboniferous of Zhylandinsky ore body;
7. The relationship between seismic attributes and petrophysical parameters of target ore-bearing horizons has been established allowing to thoroughly study geological section and to delineate ore bodies in local explored areas of Zhilandy group of copper sandstone deposits within Zhezkazgan ore district;
8. Geostatistical modeling applying interpolation of the values of metal content (Cu,Pb,Zn) and study of scattered wave energy of 3D field by SSS method (associated

with open fracture index) have revealed additional criteria for localization of ore deposits in stratiform copper deposits.

Scientific novelty

A new scientific and methodological approach needed to setup geophysical basis to study deep structure of lithosphere including geodynamic zoning of sedimentary basins, delineation and prediction of new oil and gas bearing areas has been developed.

Practical significance

Based on the results of studies performed on the contours of ore bodies identified in seismic wave field, it was recommended to drill 550-820 m. exploration wells. The subsurface user has drilled 6 (six) test wells for new ore objects and all wells confirmed copper mineralization. The unique technology of ore section modeling using 3D seismic exploration derived during the study has been recommended for application by mining companies both at the stage of testing of seismic data acquisition and processing technique and while solving the assignments related to further optimization of seismic methods applicable during exploration and study of geological structure of ore areas. The use of seismic exploration as part of geophysical methods to address predictive search and exploration assignments will bring-in more information and increase reliability of forecast part of applied geophysical methods at various stages of real environments studying.

The technology is recommended as a trial one to identify ore objects of other genetic types.

Evaluation

The main results of dissertation's studies had been discussed at workshops and sessions of Department of Geophysics and Seismology, the Council of Young Scientists of the Institute of Geology and Petroleum Engineering. The scientific abstracts of dissertation were presented at international scientific and practical and Republican conferences: NSG2021 27th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics in France (2021), "Engineering and Mining Geophysics 2021" (Gelendzhik), Geomodel, "Engineering and Mining Geophysics" St-Petersburg (2023) and at the seminar dedicated to Mr. O. L. Kuznetsov, a founder of SSS method taken place at Dubna State University (2024).

Dissertation structure and scope

The dissertation is presented on 156 pages of PC text and consists of a preamble, 6 chapters, conclusion and a list of literature consisting 97 sources. The dissertation includes 102 figures and 15 spreadsheets.

Chapter 1. GLOBAL EXPERIENCE OF APPLICATION OF SEISMIC EXPLORATION TO ADDRESS ORE GEOLOGY CHALLENGES. A global experience accumulated for ore seismic exploration has been reviewed; the rate of success of using seismic exploration to solve problems of ore geology has been assessed and relevant problems have been analyzed.

Chapter 2. GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL JUSTIFICATION FOR 3D

SEISMIC EXPLORATION AT EXPERIMENTAL TARGETS OF ZHEZKAZGAN ORE DISTRICT. The chapter contains substantiation of applying of high-resolution 3D CDP seismic exploration at ore deposits of Kazakhstan using Pektas, Donyzaulyz and Western Saryoba areas of Zhilandinsky ore field of Zhezkazgan ore region as an example.

Chapter 3. KEY METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF 3D SEISMIC EXPLORATION OF DETAILED SECTIONS OF ZHILANDINSKAYA GROUP OF DEPOSITS. The chapter outlines summary of specifics of planning of surveillance system and field data processing.

Chapter 4. DETERMINATION OF CONTOURS OF ORE-BEARING ROCKS AND BOUNDARIES OF ORE DEPOSITS BASED ON SEISMIC DATA. The chapter reveals method of structural and dynamic interpretation of data processing results.

Chapter 5. SEISMIC STUDIES DURING EXAMINATION OF DISTRIBUTION OF FRACTURING IN PROMISING ORE COMPLEXES IN ZHEZKAZGAN ORE DISTRICT. The chapter indicates SSS method and seismotomography for studying fracturing based on seismic scattered waves.

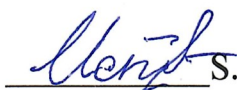
Chapter 6. KEY RESULTS AND RECOMMENDATIONS TO USE 3D SEISMIC EXPLORATION WHILE ADDRESSING ORE GEOLOGY CHALLENGES. The chapter outlines the results of the works performed and recommendations for further study.

PhD Student



A.N. Sirazhev

Scientific Advisor



S.A. Istekova, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Department of Geophysics and Seismology, Satbayev University.