УДК 550.834

ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНА

Е.В. Ан¹, С.А. Истекова²,
Х.М. Касымканова³,
Г.К. Джангулова³

¹ ТОО «КАЗГИПРОЦВЕТМЕТ»

² САТПАЕВ УНИВЕРСИТЕТ

³ КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ

В статье рассмотрен вопрос о возможности применения сейсморазведочных работ при решении задач рудной геологии в сложных горно-геологических условиях Казахстана. Представлено обоснование и дана характеристика геолого-геофизических условий для проведения опытных 3D сейсморазведочных работ на месторождениях Жиландинской группы медистых песчаников, расположенных в Карагандинской области Центрального Казахстана. Определены задачи и разработана методика проведения высокоразрешающей 3D сейсморазведки, сопровождаемой современными обрабатывающими и интерпретационными комплексами для получения сейсмических материалов высокого качества для решения геологических задач: по изучению структурно-тектонического строения рудных районов, выделению и уточнению рудоконтролирующих структур, обнаружению и глубинному картированию тектонических разломов, объемному картированию интрузивных массивов. Обозначены направления и технология процесса моделирования рудных горизонтов и прослеживания их в пространстве по результатам комплексной интерпретации трёхмерной сейсморазведки и геолого-геофизических данных, которые позволяют значительно увеличить коэффициент достоверности прогнозирования рудных залежей.

Ключевые слова: сейсморазведка, рудные месторождения, структурные элементы, моделирование, рудное тело.

USE OF A SATELLITE GEODESIC NETWORK IN THE QUASIGEIOD MODEL

E.V. AN¹, S.A. ISTEKOVA²,
KH.M. KASSYMKANOVA³,
G.K. JANGULOVA³

¹ CHAIRMAN OF THE BOARD OF THE
INTERNATIONAL INNOVATION-PRODUCTION
CONSORTIUM R & IID

² SATPAYEV UNIVERSITY

³ AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

The article deals with the possibility of using seismic exploration in solving problems of ore geology in complex mining and geological conditions of Kazakhstan. The substantiation and characterization of geological and geophysical conditions for conducting experimental 3D seismic surveys at the deposits of the Zhilandinsky group of copper sandstones located in the Karaganda region of Central Kazakhstan are presented. The tasks are defined and the technique of conducting high-resolution 3D seismic exploration is developed, accompanied by modern processing and interpretation complexes for obtaining high-quality seismic materials for solving geological problems: studying the structural and tectonic structure of ore areas, identifying and refining ore-controlling structures, detecting and deep mapping of tectonic faults, volumetric mapping of intrusive massifs. The directions and technology of the process of modeling ore horizons and tracing them in space based on the results of a comprehensive interpretation of three-dimensional seismic exploration and geological and geophysical data, which will significantly increase the reliability coefficient of forecasting ore deposits, are indicated.

KEYWORDS: seismic exploration, ore deposits, structural elements, modeling, ore body.

DOI: 10.52531/1682-1696-2021-21-1-15-23

ВВЕДЕНИЕ

За последнее десятилетие сейсмический метод геофизической разведки приобрел широкое распространение при геологических исследованиях. Однако, при решении задач рудной геологии он все еще не нашел должного применения, хотя история развития метода знает немало удачных примеров его использования на рудных месторождениях. Часто высказывается мнение,

что для рудных комплексов отмечается низкая информативность недостаточно интенсивных, неоднозначных отражений сейсмических сигналов, в связи с отсутствием понимания того, как наблюдаемые сейсмические сигналы коррелируются с особенностями глубинных неоднородностей геологической среды в рудных районах, в отличие от хорошо изученных, характерных для геологических комплексов осадочных

бассейнов [12].

Начиная с 60-х годов прошлого века началось интенсивное внедрение профильной 2D сейсморазведки при исследованиях рудных объектов, базирующееся на фундаментальных идеях Г.А. Гамбурцева по изучению геологических сред и решения задач рудной сейсморазведки [4].

За последние 30–40 лет на территории бывшего Советского Союза и других странах накопился достаточный объем работ, выполненный в этом направлении [5, 6]. Многие исследования до настоящего времени имеют чисто историческое значение. Вместе с тем, накопленный опыт определил ряд общих требований и особенностей технологии сейсмических исследований, учитывающие тип оруденения и получение конечных геологических результатов. Обзор состояния сейсмических работ последних лет позволил выявить пути развития и трудности, определившие современное положение рудной сейсморазведки и способствующие выявлению круга задач, которые в настоящее время целесообразно было бы решать с помощью сейсморазведки на более высоком уровне ее развития [5, 6].

Рудная сейсморазведка отнесена к числу широкого диапазона методов, применяемых как при региональных исследованиях, так и при решении разномасштабных задач структурного контроля рудных месторождений в геологических средах, более сложных, чем среды, изучаемые традиционной сейсморазведкой при нефтепоисковых работах.

Возрастающее применение сейсморазведки на различных мировых рудных месторождениях показывает, что она, наконец, становится признанной и традиционной в горнодобывающем секторе. Это открывает новые возможности для геофизиков, но также ставит дополнительные задачи, особенно, в связи с возникновением проблем поисков глубоко залегающих рудных объектов, возросшей трудоемкостью и стоимостью буровых и горных работ. Объектами исследования рудной сейсморазведки являются разнообразные геологические структуры, складчатые структурные элементы, интрузивные образования, разрывные нарушения, подземные пустоты и др. [1, 3, 7].

Сегодня возникла необходимость определить возможность использования высокоплотной широкоазимутальной 3D сейсморазведки как для структурного картирования рудоперспективных площадей, так и детального изучения глубокозалегающих рудоносных комплексов [8, 9].

Появление современных средств регистрации, приема и возбуждения упругих колебаний для проведения 3D сейсморазведки, а также широких возможностей обрабатывающих и интерпретационных комплексов, обеспечивающих получение материалов высокого качества, создают условия для повышения эффективности сейсморазведки при решении геологических задач на рудных месторождениях [2, 11].

Е.В. АН, С.А. ИСТЕКОВА,
Х.М. КАСЫМКАНОВА, Г.К. ДЖАНГУЛОВА
ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ
ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В
СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
КАЗАХСТАНА

Применение высокоразрешающей 3D сейсморазведки на различных рудных объектах Казахстана открывает новые перспективы для специалистов-геофизиков и ставит актуальные задачи для решения проблем, возникающих при изучении геологически сложнопостроенных рудных месторождений.

ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Учитывая высокие перспективы применения современной 3D сейсморазведки при освоении рудных месторождений, группой ученых Казахстанского головного института по проектированию предприятий цветной металлургии ТОО НИИ «Казгипроцветмет» подготовлен научно-исследовательский проект «Трехмерная сейсморазведка для моделирования рудных залежей в сложных горно-геологических условиях Казахстана», который в настоящее время реализуется в рамках грантового финансирования проектов коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности «Фонда Науки» РК в период 2018–2021 гг. Технология будет апробирована и внедрена на существующих месторождениях компании ТОО Корпорации «Казахмыс» в Жезказганском рудном районе. Согласован план мероприятий совместной деятельности ТОО «Корпорации Казахмыс» и ТОО «Казгипроцветмет» по выполнению данного проекта. В рамках реализации гранта подписаны договора с сервисными компаниями о выполнении полевых сейсморазведочных работ (рис. 1).

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основные положения методологии исследований по проекту «Трехмерная сейсморазведка для моделирования рудных залежей в сложных горно-геологических условиях Казахстана» представлены ниже.

Целью исследований является разработка, внедрение и коммерциализация технологии моделирования геологически сложнопостроенных рудных месторождений по результатам проведения детальной 3D-сейсморазведки, на основе комплексной интерпретации результатов трехмерной сейсморазведки и геолого-геофизических данных на месторождениях медистых песчаников Центрального Казахстана выявление рудоконтролирующих горизонтов и прослеживание их в пространстве, построение модели рудных залежей для последующего эффективного освоения и эксплуатации месторождений.

Основные задачи, решаемые для достижения поставленной цели:

1. На основе проведения опытных 3D сейсморазведочных работ:
 - уточнить геологическое строение обозначенных для исследования участков до глубины 0,8–1 км, выделив и проследив по площади малоамплитудные пликативные (складчатые) и тектонические нарушения;

Рис. 1.

Согласование плана мероприятий совместной деятельности

Е.В. АН, С.А. ИСТЕКОВА,
Х.М. КАСЫМКАНОВА, Г.К. ДЖАНГУЛОВА
ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ
ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В
СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
КАЗАХСТАНА

- получить данные о положении и морфологии отражающих поверхностей стратиграфических горизонтов на стратиформных рудопрооявлениях с различным геолого-структурным строением;
 - провести структурное картирование рудоперспективных площадей и детальное изучение глубокозалегающих рудоносных комплексов;
 - проследить по площади пласты медистых песчаников, выделить и оконтурить залежи меди.
2. Оценка возможности использования высокоплотностной широко азимутальной сейсморазведки 3D для формирования сейсмогеологической модели объектов для последующего проектирования поисково-разведочного бурения.

3. Разработка рекомендаций по методике комплексной интерпретации результатов 3D сейсморазведки и геолого-геофизических данных для моделирования геолого-структурной обстановки и выявления рудных тел на месторождениях различных генетических типов.

4. Геолого-экономическая оценка проведения сейсморазведочных работ для получения модели рудных залежей потенциально рудных горизонтов и определение экономической эффективности 3D сейсморазведки в новых исследуемых рудных районах

Основные направления исследовательских работ (рис. 2) содержат три основных этапа.

1 этап. Опытные 3D сейсморазведочные работы на локальных разведанных участках Жиландинской группы месторождений Жезказганского рудного района, расположенных в Улытауском районе Карагандинской области.

2 этап. Создание базы данных на основе обобщения, анализа и подготовки всей имеющейся геологической и геофизической информации по опытным участкам и обрамляющих их территорий, включая результаты бурения, исследования керна, геофизических исследований скважин, результатов детальных полевых геофизических исследований и др. Моделирование волнового поля. Построение сейсмогеологических разрезов. Выявление границ пространственного размещения рудовмещающих пород по результатам сейсмических исследований. Комплексное геолого-геофизическое моделирование. Выделение и оконтуривание продуктивных интервалов. Моделирование пластов, рудных залежей.

3 этап. По результатам выполненных исследований формирование основных элементов разрабатываемой технологии 3D сейсморазведки рудных залежей в РК:

- методика полевых 3D сейсморазведочных работ на стратиформных меднорудных объектах Жезказганского района с обоснованием

Рис. 2.

Направление научно-исследовательских работ

ванием оптимального комплекса работ и технических средств и экономическими показателями;

- методика комплексной обработки и интерпретации 3D сейсморазведочных данных на стратиформных меднорудных объектах Жезказганского района;

- построение объемных сейсмогеологических моделей объектов исследований, в виде кубов трехмерных данных – гридов x, y, z, f .

- анализ потребительского рынка технологии среды горно-рудных компаний, разработка концепции, стратегии и проектирование методов продвижения продукции на потребительском рынке.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3D сейсморазведочные работы выполнены на локальных разведанных участках Жиландинской группы месторождений в Жезказганском меднорудном районе. Общая площадь исследований 3D сейсморазведки составляет 5,76 км² (3,6 км² полнократной) съемки.

Жезказганский рудный район включает уникальное по запасам месторождение Жезказган и ряд мелких месторождений меди Жиландинской группы (Итауз, Сарыоба, Кипшакпай, Карашошак, Жартас и др.). Все они в настоящее время отрабатываются Корпорацией «Казахмыс».

В тектоническом плане Жезказганская группа медных месторождений расположена в северной части Жезказган-Сарысуйской мульды, представляющей собой герцинскую структуру, наложенную на раннекаледонское складчатое основание [10] (рис. 3).

Разрез пород, слагающих мульду, начинается нижедевонскими отложениями – вулканогенными породами различного состава, переслаивающимися с красноцветными песчаниками. Выше залегают только терригенные и карбонатные отложения: красноцветные песчаники и конгломераты среднего девона, окремненные известняки, песчаники и мергели нижнего карбона. Суммарная мощность этих отложений 1500 м. На них согласно залегает продуктивная жезказганская свита средне-верхнекаменноугольного возраста мощностью около 700 м, она представлена ритмично чередующимися сероцветными и красноцветными песчаниками и алевролитами с подчиненными прослоями конгломератов. Жезказганская свита перекрывается малиново-красными песчаниками, аргиллитами, известняками и мергелями нижнепермского возраста. Палеозойские отложения местами перекрыты чехлом пестроцветных слабо сцементированных песчаников, глин, песков и галечников палеогена и неогена (рис. 4).

Внутреннее строение Жезказган-Сарысуйской мульды характеризуется наличием брахиформных структур второго порядка: широких синклинальных складок, чередующихся с пологими антиклиналями и куполами, крылья которых часто осложнены флексурными перегибами. На участках резких перегибов

Е.В. АН, С.А. ИСТЕКОВА,
Х.М. КАСЫМКАНОВА, Г.К. ДЖАНГУЛОВА
ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ
ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В
СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
КАЗАХСТАНА

пластов возникают разрывные нарушения типа сбросов, надвигов и т. п. Геофизическими исследованиями установлено наличие ряда глубинных разломов субмеридионального и субширотного направлений, сочленяющихся непосредственно к югу от Жезказгана.

Руды Жезказганского месторождения локализируются исключительно в сероцветных породах, независимо от их литологического состава. Промышленное оруденение на месторождении распространяется до глубины порядка 600 м. Рудные тела имеют пластовую форму и залегают согласно со слоистостью вмещающих пород.

На месторождениях Жиландинской группы, в разрезе выделено 14 рудных залежей, в двух из них сосредоточены основные запасы промышленных медных руд. В геологическом строении Жиландинского рудного поля участвует однообразный красноцветный комплекс пород, подстилаемый рудоносными отложениями таскудукского горизонта таскудукской свиты среднего карбона и серпуховского яруса нижнего карбона. В последнем только оруденение жиландинского горизонта имеет промышленное значение. Наиболее часто оруденение приурочено к пластам серых средне- и крупнозернистых песчаников и темно-серых конгломератов. Рудные тела залегают согласно с вмещающими породами и имеют пластообразную, линзовидную и ленточную формы

РИС. 3.

Структурная схема Жезказганского района

(по Б. Журбицкому): 1 – нижнекаменноугольные отложения; 2 – продуктивная джезказганская свита; 3 – пермские отложения; 4 – месторождения и рудопроявления медистых песчаников; 5 – разрывные нарушения

Рис. 4.

Схематические геологические разрезы Жезказганского месторождения (по материалам Жезказганской ГРЭ): 1 – пермские красноцветные отложения; 2–4 – джезказганская свита (C_{2-3}): 2 – рудоносные слои сероцветных песчаников, алевролитов и конгломератов, 3 – верхний отдел, 4 – нижний отдел; 5 – известняки, песчаники, мергели нижнего карбона; 6 – рудные залежи

Непосредственно на опытных участках рудовмещающими являются отложения нижнего и нижнего-среднего карбона (таскудукская свита). Промышленное оруденение меди преимущественно приурочено к мелко- и среднезернистым (серым и красным) песчаникам, алевролитам и аргиллитам, находящимся в средней части указанных рудовмещающих толщ

Геологическое строение участков осложнено серией тектонических нарушений. Наиболее крупным из них является Центральный Сарыобинский сброс, который находится между месторождениями Западная и Восточная Сарыоба. Кроме него, на месторождениях откартированы многочисленные мелкие разрывные нарушения (рис. 5).

Геологическим основанием для постановки 3Д сейсморазведочных работ служат следующие факторы:

- месторождения медистых песчаников стратиформные и полигенные, поэтому большое значение имеет стратиграфический и литологический контроль;

- месторождения медистых песчаников приурочены к пересечению крупных дизъюнктивных структур, а в их пределах к локальным пликативным структурам второго и более высоких порядков, осложненных дизъюнктивными нарушениями, поэтому большое значение имеет также и структурный контроль;

- на выбранных участках отсутствуют отложения кенгирской свиты нижней перми (P_{1kn}), характеризующиеся высокими граничными скоростями, что может осложнять сейсмогеологические условия в части экранирования нижележащих горизонтов.

В результате изучения скоростной характеристики района подготовлена обобщенная скоростная модель среды, на которой скорости резко нарастают в верхней части разреза до 5600 м/с. Наиболее резкими скоростными границами является подошва рыхлых отложений, подошва верхнетурнейских пород, кровля известняков верхнефаменского подъяруса и отдельные горизонты внутри продуктивной толщи фамена.

Для метода отраженных волн существенным является форма залегания различных толщ. Неблагоприятным фактором, влияющим на точность определения

Рис. 5.

Геологическая карта Жезказганского рудного района (фрагмент) (Ю.А. Зайцев и др. 1975)

эффективных скоростей, является неоднородность верхней части разреза (от 100–150 до 1000 м/с) и, как следствие, значительные горизонтальные градиенты скорости. Причины таких неоднородностей могут быть различными, в частности, они создаются за счет резкого различия скорости в пермских осадках и особой формы их залегания. Характер изменения эффективных скоростей в какой-то степени соответствует характеру изменения граничных скоростей по кровле палеозойских отложений.

РЕАЛИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящее время на опытных участках Жиландинского рудного поля завершены полевые 3D сейсморазведочные работы (рис. 6–7).

На основе анализа геологического строения, скоростной характеристики и технико-технологических условий проведения полевых работ был разработан дизайн системы наблюдений. По результатам опытно-методических работ обоснованы параметры возбуждения, приема и регистрации полезных отражений, с повышенным уровнем высокочастотной составляющей упругих колебаний. Для выполнения 3D сейсморазведочных работ использована современная бескабельная сейсмосистема SCOUT. Благодаря отсутствию кабелей и наличию беспроводных интерфейсов SCOUT позволяет организовать гибкую схему выполнения проектов, сэкономить финансовые средства путем сокращения трат на логистику, персонал и технику, повысить скорость и качество выполнения работ. Итогом служит более низкая стоимость работ по сравнению с кабельными системами.

Для оперативного контроля качества полевых материалов и предварительной обработки сейсмических данных 3D был организован полевой обрабатывающий центр. Полевая обработка сейсмических матери-

Е.В. АН, С.А. ИСТЕКОВА,
Х.М. КАСЫМКАНОВА, Г.К. ДЖАНГУЛОВА
ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ
ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В
СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
КАЗАХСТАНА

алов осуществлялась с использованием программного пакета Geocluster ver. 3100 (CGG).

Согласно техническому проекту, группой независимых супервайзеров, геофизиков государственного университета «Дубна», под руководством профессора Кузнецова Олега Леонидовича осуществлялся систематический контроль выполнения и сопровождение производственных сейсморазведочных и сопутствующих полевых работ.

На этапе обработки полевых данных по всем опытным участкам был получен куб временной миграции до суммирования. Обработка выполнялась с сохранением относительных амплитуд, что позволило в дальнейшем применить методы динамической интерпретации данных. В качестве альтернативного метода для отображения сейсмических границ в сложных геологических районах был опробован метод глубинной миграции до суммирования (ГМДС). В результате обработки данных сейсморазведки МОГТ 3D получены сейсмические кубы во временной и глубинной областях, построены скоростные модели по сейсмическим данным (рис. 8).

Геологическая интерпретация сейсмических данных проводится в программной системе «Geographix Discovery» (Halliburton) и в дополнительном модуле

РИС. 6.

Статус выполнения проекта

Рис. 7.

Схема отработанных точек на опытных участках

расчета динамических атрибутов.

Интерпретация данных разделена на два этапа:

- структурная интерпретация;
- динамическая интерпретация.

В результате структурных построений и динамиче-

ской интерпретации:

- проведено построение структурной модели (построение структурных карт и выделение контуров геологических тел);
- осуществлен пикинг разломов и трещин по разрывам осей синфазности на вертикальных временных разрезах, горизонтальных временных срезах (слайсах) и по кубу тектонических нарушений, полученному из атрибута когерентности;
- прослежены продуктивные горизонты по сети профилей инлайн и кросслайн, с шагом 100×100 м;
- проведен анализ динамических параметров для детального изучения литологии разреза.

По результатам обработки и интерпретации данных сейсморазведки, с широким применением результатов бурения, выделено пространственное положение рудосодержащих комплексов в верхнебе-леутинских горизонтах и отдельных слоях таскудукской свиты нижнего отдела каменноугольной системы, где ранее было проведено поисковое бурение.

Проведен анализ структурных карт и карт атрибутов с учетом бурения и выданы рекомендации на заложение разведочных скважин.

Сегодня исследовательская группа продолжает работы по проведению комплексного геолого-геофизического моделирования продуктивных горизонтов на

Рис. 8.

Результаты структурной интерпретации сейсмических данных

опытных участках по следующим направлениям:

- формирование окончательных сейсмогеологических моделей объектов исследований для структурного картирования рудоперспективных участков и последующего проектирования поисково-разведочного бурения;
- выделение тектонических нарушений, зон разуплотнения, определение границы залежей, контуров рудовмещающих пород, построение детальных карт и геологических разрезов рудных тел;
- построение цифровых геологических моделей исследуемых участков с фактическими значениями прогнозируемых параметров и возможностью восстановления значений заданных параметров в любой точке модели.

Достоверность выделения геологических границ и литологической неоднородности продуктивного разреза значительно повышается в ходе моделирования и дальнейшей интерпретации сейсмических данных на основе широкого применения дополнительной информации (бурения, ГИС, электроразведки и др.)

АПРОБАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

В рамках Международного симпозиума «Неделя горняка 2020» 29 января 2020 года на Казахстанской

Е.В. АН, С.А. ИСТЕКОВА,
Х.М. КАСЫМКАНОВА, Г.К. ДЖАНГУЛОВА
ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ
ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В
СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
КАЗАХСТАНА

секции «Совместные научно-исследовательские проекты ученых НИТУ «МИСиС» и Республики Казахстан горно-металлургической отрасли» была проведена апробация выполненных работ по современной высокоразрешающей 3D сейсморазведке рудных месторождений. Для выполнения совместных комплексных исследований в данном направлении подписано Соглашение о сотрудничестве между ИНЦС «ИММ-KZ «МИПК «R&IID» и Российской Академией Естественных Наук о реализации совместных научно-технических проектов в сфере геологоразведки (рис. 9).

Результаты исследований были доложены на ежегодной международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения», где представлен обзор состояния и достижение высокоразрешающей 3D сейсморазведки при решении задач рудной геологии на мировых месторождениях. Дано обоснование проведения исследовательских работ научного коллектива ТОО «Казгипроцветмет» по разработке технологии создания трехмерных геологических моделей природных объектов на основе 3D-сейсморазведки для изучения глубинных геологических неоднородностей, детального строения и состава рудных объектов на месторождениях медистых песчаников в Казахстане.

РИС. 9.

На симпозиуме «Неделя горняка 2020»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении отметим, что эффективность технологии позволит Корпорации «Казахмыс», геолого-разведочным компаниям Казахстана и ЕАЭС, в том числе предприятиям горно-металлургического комплекса (ГМК), при проведении геологоразведочных и поисковых работ:

- снизить себестоимость и уменьшить сроки проведения работ по выявлению новых рудных объектов;
- пополнить объемы минерально-сырьевой базы РК.

Созданная технология будет предложена потенциальным покупателям: производственным, сервисным и научно-исследовательским организациям горнодобывающей отрасли Казахстана, для оценки запасов минерального сырья и как цифровая основа при проектировании разработки рудных залежей.

ЛИТЕРАТУРА

1. **БОНДАРЕВ В.И.** Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 690 с.
2. **БОНДАРЕВ В.И., КРЫЛАТКОВ С.М.** Основы обработки и интерпретации данных сейсморазведки. Екатеринбург: УГГГА, 2001. 193 с.
3. **ВОСКРЕСЕНСКИЙ Ю.Н.** Полевая геофизика: Учеб. для вузов. М.: ООО «Издательский дом «Недра», 2010. 479 с.
4. **ГАМБУРЦЕВ Г.А.** Основы сейсморазведки. 2-е изд. М.: Гостоптехиздат, 1959. 378 с.
5. **ИСТЕКОВА С.А., АН Е.А.** К вопросу о применении высокоразрешающей 3D сейсморазведки на рудных месторождениях Казахстана // Труды Сатпаевских чтений Т1. 2019. С. 54–58.
6. Технология сейсморазведки. Специализированный выпуск научно-технического журнала ЕАГО «Геофизика». М., 2002. №1. 152 с.
7. **УРУПОВ А.К.** Основы трехмерной сейсморазведки. М.: РГУ нефти и газа, 2004. 584 с.
8. **ХИЛТЕРМАН Ф.ДЖ.** Интерпретация амплитуд в сейсморазведке. Пермь: ГЕРС, 2010. 256 с.
9. **ASHTON C.P., BACON B., MANN A., MOLDOVEANU N., DÉPLANTÉ C., ET. ALL.** 3D Seismic Survey Design. Oilfield Review. 1994. N6. P. 19–32.
10. Месторождения меди Казахстана. Алматы, 1996. 154 с.
11. **ARONSES H.A., OSDAL B., DAHL T., EIKEN O., GOTO R., ET. ALL.** Time will tell: New insights from time-lapse seismic data. Oilfield Review. 2004. V. 16. N2. P. 6–15.
12. **MALEHMIR A., DURRHEIM R., BELLEFLEUR G., UROSEVIC M., JUHLIN C., ET. ALL.** Seismic methods in mineral exploration and mine planning: A general overview of past and present case histories and a look into the future. GEOPHYSICS. 77:5, WC173-WC190. Online publication date: 7-Sep-2012.

Ан Евгений Алексеевич,

д.э.н., председатель совета Международного инновационно-производственного консорциума R&IID, Первый вице-президент по НИИИД ТОО «Казгипроцветмет»

☎ 070018, Респ. Казахстан, г. Усть-Каменогорск, ул. Ворошилова, 156
070018, Republic of Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk, st. Voroshilov, 156

Истекова Сара Аманжоловна,

д.г.-м.н., профессор Сатпаева университета

☎ 050013, Респ. Казахстан, Алматы, ул. Сатпаева, д. 22,
050013, Rep. Kazakhstan, Almaty, Satpayev st., 22

Касымканова Хайни-Камаль Михайловна,

д.т.н., профессор Казахского национального университета имени Аль-Фараби

Джангулова Гульнар Кабатаевна,

к.т.н., доцент Казахского национального университета имени Аль-Фараби

☎ 050040, Респ. Казахстан, г. Алматы, пр. Аль-Фараби, 71
050040, Rep. Kazakhstan, Almaty, al-Farabi ave., 71