

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых

Әжіхан Айдос Әжіханұлы

Использование 3D моделирования рудных (горизонтов) тел для эффективной
отработки месторождения Северный Хорасан

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Специальность 6M070600 – «Геология и разведка месторождений полезных
ископаемых»

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева
Институт геологии, нефти и горного дела
Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых

УДК 553.3/4:004.9(574)(043)

На правах рукописи

Әжіхан Айдос Әжіханұлы

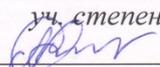
МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

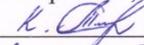
Название диссертации - Использование 3D моделирования рудных
(горизонтов) тел для эффективной отработки
месторождения Северный Хорасан

Направление подготовки - 6М070600 – «Геология и разведка
месторождений полезных ископаемых»

Научный руководитель
к. г.-м.н., лектор каф. «ГСПиРМПИ»

уч. степень, звание
 Асубаева С.К.
« 9 » *12* 2019 г.

Рецензент
доктор РНД, зав. лабораторий

 Тогизов К.С.
« 10 » *декабрь* 2019 г.

Нормоконтролер
к. г.-м.н., лектор каф. «ГСПиРМПИ»

 Асубаева С.К.
« 9 » *12* 2019

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой «ГСПиРМПИ»

доктор РНД, ассоц. профессор
 Бекботаева А.А.
« 9 » 2019 г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН
Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева
Институт геологии, нефти и горного дела
Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых
6М070600 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»



УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой «ГСПиРМПИ»

доктор РИД, асоц. профессор

Бекботаева А.А.

2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Эжіхан Айдос Эжіханұлы

Тема: Использование 3D моделирования рудных (горизонтов) тел для эффективной отработки месторождения Северный Хорасан

Утверждена приказом Ректора по Университету № 1193-м от "29" октября 2018г.
Срок сдачи законченной работы «2» декабря 2019 г.

Исходные данные к магистерской диссертации: Геологические, литологические, минералогические и графические данные по месторождению Северный Хорасан

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

- а) Общие сведения и геологическое строение района и месторождения
- б) Моделирование месторождения по геологоразведочным данным
- в) Моделирование месторождения по технологическим данным
- г) Расчет экономической эффективности
- д) Приложения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)
Геологическая карта месторождения Северный Харасан, трехмерные модели: по геологоразведочным и технологическим данным.

Рекомендуемая основная литература:

1 Вершков А.Ф., Дробов С.Р., Арустамов А.А. и др. Отчет о результатах разведки центрального участка Харасан-1 уранового месторождения Северный Харасан с подсчетом запасов и ресурсов урана по состоянию на 01.01.2015 г. (на русском языке). Алматы, 2015 г.

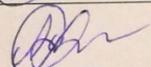
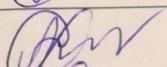
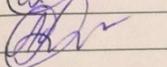
2 Инструкция по структурному моделированию в LeapFrog Geo для версии LeapFrog Geo 4.0.

ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

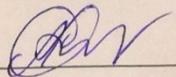
Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Сбор информации	30.05.2019	
Общие сведения и геологические описания	31.06.2019	
Создание базы данных	20.07.2019	
Каркасные модели по геологоразведочным данным	05.08.2019	
Каркасные модели по технологическим данным	20.08.2019	
Использование трехмерной модели	10.09.2019	

Подписи

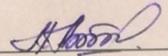
Консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименование разделов	Консультанты ФИО (уч.степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Геологические описания	Асубаева С.К.	09.12.2019	
Структура моделирования	Асубаева С.К.	09.12.2019	
Экономические расчеты	Асубаева С.К.	09.12.2019	
Нормоконтролер	Асубаева С.К.	09.12.2019	

Научный руководитель



Асубаева С.К.

Задание принял к исполнению обучающийся  Эжихан А.Э.

Дата

" 08 " 12 2019 г.

АҢДАТПА

Мақалада Солтүстік Харасан кен орны, Харасан – 1 учаскесінің геологиялық барлау және технологиялық бұрғылау негізінде уранның кенді қабаттарын үш өлшемді үлгілеу бойынша жұмыстар қарастырылады. Үлгілеу нәтижесінде тау жыныстарының өткізгіштігі, геохимиялық типі және өткізілетін тау жыныстарының литологиялық айырмашылықтары бойынша қаңқалы және блокты үлгілері алынды, сондай-ақ кен орнының құрылысы нақтыланды.

Бұл жұмыс кен орнын пайдалану үдерісінде сілтілендіру ерітінділерімен әлсіз өңделетін іркіліс аймақтарды бөлуге және уранның жер қойнауынан бөлінбеуіне әкеп соқтыратын басым сүзу каналдарының пайда болуына әкелуі мүмкін жоғары өткізгіштігі бар учаскелерді анықтауға мүмкіндік береді. Бұл жұмыстың нәтижелері технологиялық блокты шаймалау кезеңінде іркіліс аймақтарын өңдеу әдістемесін әзірлеуге, технологиялық ұңғымаларды жоспарлау кезінде фильтр аралықтары мен ұңғыма тереңдігін және сүзгілерді отырғызудағы қателерді анықтауға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде жер қойнауынан пайдалы қазбаның шығару пайызын арттыра отырып, қорларды тиімді өңдеуге мүмкіндік береді.

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается работа по трехмерному моделированию рудоносных горизонтов урана на основе геологоразведочного и технологического бурения, месторождения Северный Харасан, участка Харасан – 1. В результате моделирования были получены каркасные и блочные модели по типу проницаемости пород, по геохимическому типу и по литологическим разностям проницаемых пород, также была уточнена структура месторождения.

Данная работа позволит в процессе эксплуатации месторождения выделить застойные слабо прорабатываемые выщелачивающими растворами зоны и выявить участки с высокой проницаемостью, могущие привести к образованию каналов преимущественной фильтрации, что ведет к недоизвлечению урана из недр. Результаты данной работы позволят выработать методику проработки застойных зон в период выщелачивания технологического блока, разработать проект технологических скважин, с выдачей информации об интервале расположения фильтров и проектной глубины скважин и выявить ошибки в посадке фильтров, что в свою очередь позволит более эффективно отрабатывать запасы, повышая процент извлечения из недр.

ANNOTATION

The article discusses the work on the three-dimensional modeling of the ore-bearing horizons of uranium on the basis of exploration and technological drilling at the Northern Kharasan deposit, Kharasan-1 mine. As a result of modeling, frame and block models were obtained by rock permeability, geochemical type, and lithological differences of permeable rocks; the structure of the deposit was also refined.

This work will let to isolate stagnant zones that are poorly developed by leaching solutions during operation and to identify areas with high permeability that can lead to the formation of channels of preferential filtration, which leads to under-recovery of uranium from the subsoil riches. The results of this work will allow us to develop a methodology for the study of stagnant zones during the leaching of the technological unit, to develop a design of technological wells, with the issuance of information about the interval of the location of the filters and the design depth of the wells and to identify errors in the fit of the filters, which in turn will allow to more efficiently develop reserves, increasing the percentage extraction from the bowels.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1 Общие сведения о районе месторождения Северный Харасан и участке Харасан-1	12
1.1 Местоположение, физико-географическая характеристика.....	12
1.2 История геологического исследования района месторождения.....	12
2 Региональное геологическое строение	15
2.1 Геологическое строение Хорасанского рудного поля.....	15
2.1.1 Мезо-Кайнозойские породы.....	16
2.2 Геология месторождения и участка Харасан-1.....	18
2.2.1 Структурные особенности месторождения и участка Харасан-1.....	18
2.3 Минералого-петрографическая характеристика руд и вмещающих пород	19
2.4 Гидрогеология.....	23
3 Трехмерное геологическое моделирование рудоносных горизонтов	24
3.1 Геологоразведочная база данных.....	24
3.2 Каркасное моделирование трехмерной модели рудоносных горизонтов	26
3.3 Использование программного обеспечения.....	27
3.4 Выделение и моделирование рудоносных горизонтов.....	27
3.5 Моделирование литологической модели по геологоразведочным данным	31
3.5.1 Выбор параметров интерпретации	34
3.5.2 Каркасное моделирование проницаемых и непроницаемых пород по горизонтам	35
3.5.3 Каркасное моделирование проницаемых пород по геохимическому типу	38
3.5.4 Каркасное моделирование литологических разностей в проницаемых породах	41
3.6 Моделирование литологической модели по технологическим данным.	44
3.6.1 Выбор параметров интерпретации	45
3.6.2 Каркасное моделирование проницаемых и непроницаемых пород по технологическим данным	45
3.6.3 Каркасное моделирование литологических разностей в проницаемых породах по технологическим данным	48

3.7 Использование результатов трехмерного моделирования	50
3.7.1 Рекомендации по выделению зон слабой проницаемости и потенциальных зон формирования каналов преимущественного течения растворов	50
3.7.2 Использование трехмерного моделирование при проектирования интервалов фильтров технологических скважин	56
3.7.3 Анализ и выявления ошибки посадки фильтровых колон проблемных блоков	56
3.8 Оценка технико-экономической эффективности	58
Список использованной литературы	60
Перечень принятых сокращений, терминов	62
Приложение	63

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. В 2009 году Казахстан вышел на первое место по добыче урана в мире, на данный момент республика сохраняет свое лидерство. По итогам 2018 года в стране добыто 11,4 тысячи тонн, а это 23% от общемирового объема добычи урана. АО «НАК «Казатомпром» является национальным оператором Республики Казахстан по импорту–экспорту урана, редких металлов, ядерного топлива для атомных электрических станций. Казатомпром гордится тем, что является ведущей уранодобывающей компанией в мире, и стремится укрепить этот статус в будущем с точки зрения масштаба, эффективности и инноваций. Компания оценивает низкую себестоимость производства как ключевое глобальное конкурентное преимущество и планирует постоянно работать над его удержанием. Казатомпром намерен достичь этого путем одновременной оптимизации планов добычи и строжайшего контроля затрат, делая упор на стоимость и экономическую отдачу. Казатомпром по-прежнему ориентирован на постоянную оптимизацию, цифровизацию своих бизнес-процессов и дальнейшее укрепление функций продаж и сбыта. В связи с этим, с целью поддержкой направления компаний было разработана данная работа. Результаты данной работы могут позволят оптимизировать геолого-геотехнологические процессы добычи урана из технологических блоков с помощью цифрового 3Д модели рудных горизонтов для снижения себестоимости производства.

Цель: Целью работ является получение трехмерной модели рудоносных горизонтов для оптимизации планирования, анализирования и достижения равномерности отработки технологических блоков.

Задачи:

- Создание модели по геологоразведочным данным;
- Создание модели по технологическим данным;
- Применение результатов моделирования в процессе работы.

Научная новизна исследования. Впервые в системе Казатомпром разработана трехмерная модель рудных горизонтов месторождений урана отработываемым способом ПСВ. Работы выполнены в соответствии с требованиями «Инструкции по структурному моделированию в LeapFrog Geo» для версии LeapFrog Geo 4.0.

На основе геологоразведочного и технологического бурения, была выполнена работа по трехмерному моделированию рудных горизонтов месторождения Северный Харасан, участка Харасан – 1. В результате моделирования были получены модели по типу проницаемости пород, по геохимическому типу и по литологическим разностям проницаемых пород.

Научная и практическая ценность: Данная работа позволит оптимизировать проектирования горных работ с возможностью визуализаций объекта, получить и информацию о месторождений (о залежи и

блоке, разработать методику проектирования технологических скважин, с выдачей информации об интервале расположения фильтров и проектной глубины скважин и анализировать посаженных фильтровых колонн технологических скважин. В процессе эксплуатации месторождения выделять застойные слабо прорабатываемые выщелачивающими растворами зоны и выделять участки с высокой проницаемостью, могущие привести к образованию каналов преимущественной фильтрации, что ведет к недоизвлечению урана из блоков.

В работе применены фактические материалы по результатам данных бурений геологоразведочных и технологических скважин на участке Харасан-1.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 63 страницах машинописного текста, состоит из введения, 3 глав, выводов, списка литературы, включающего 13 наименований. Работа иллюстрирована 9 таблицами и 48 рисунками, имеет 1 приложение.

Благодарности. Выражаю признательность научным руководителям к.г.-м.н., лектор кафедры «ГСПиРМПИ» КазННТУ Асубаевой Салтанат Калыкбаевне и всему преподавательскому составу кафедры. Особо благодарен Генеральному директору ТОО «Два Кей» Каменский Николай Геннадьевичу, а также всему составу данного учреждения за поддержку и советы на всех этапах выполнения работы.

1.1 Местоположение, физико-географическая характеристика

Месторождение Северный Харасан входит в Харасанское рудное поле, Карамурунского урановорудного района Сырдарьинской урановорудной провинции. Оно расположено на левобережье р. Сырдарья и является самым крупным месторождением рудного района.

В соответствии с генеральным планом развития урановой промышленности Республики Казахстан месторождение Северный Харасан разделено на два участка: Харасан-1 и Харасан-2.

В административном отношении участок работ входит в состав Жанакорганского района Кызылординской области (рисунок 1).

Климат района резко континентальный, с жарким сухим летом и холодной зимой, характеризуется значительными годовыми и суточными амплитудами колебаний температуры, суровой зимой, жарким летом, короткой весной, сухостью воздуха и малым количеством осадков. Весной и осенью характерны пыльные бури.

Растительность редкая, полупустынная, небольшие рощи саксаула и акации, кустарников (кандым, боялыч, тамариск).

Животный мир района богатый и развит в основном вдоль реки Сырдарья.

Важную роль в промышленном освоении района играет добыча урана методом подземного выщелачивания на ряде урановорудных объектов (Северный и Южный Карамурун, Северный Харасан, Ирколь).

Территория объекта работ располагается в шестибальной зоне сейсмичности (по шкале Рихтера).

1.2 История геологического исследования района месторождения

Карамурунский урановорудный район занимает северную оконечность Карамурун-Карактауской металлогенической зоны. Его площадь - около 8000 км². Район объединяет группу урановых месторождений с оруденением, локализованным в верхнемеловых горизонтах.

Специализированные поисковые работы на уран в Сырдарьинской депрессии были организованы в начале 60-х годов XX века.

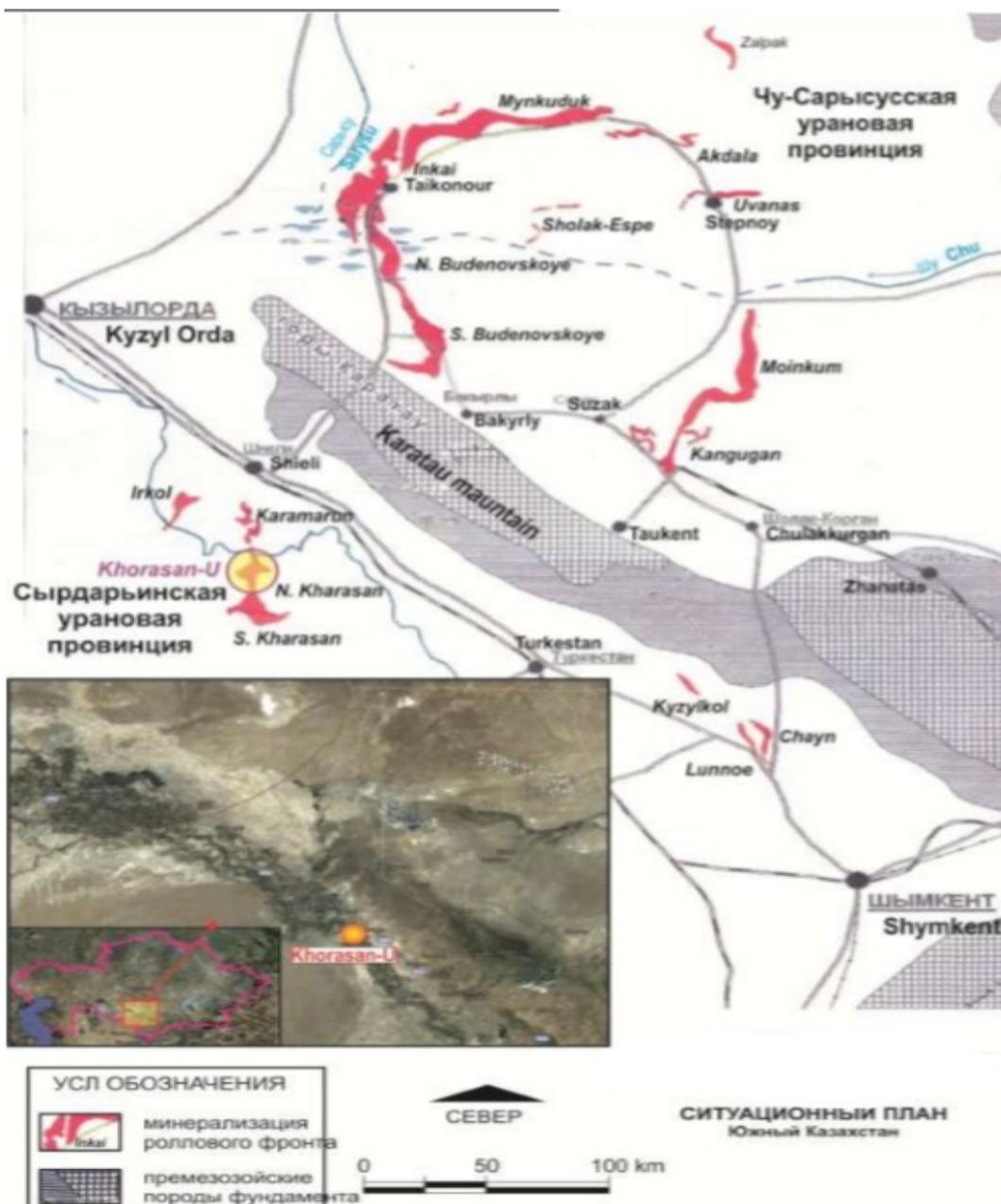


Рисунок 1- Обзорная административно-экономическая карта района
(Источник Вершков 2015г.)

Рудоносность меловых отложений Карамурунского района впервые была установлена в 1963 году партией № 27 Волковского ПГО (Г.С. Гречкин, Н.Н. Петров, Г.Д. Потапов), выявившей рекогносцировочным бурением в его северной части рудопроявление Даут. В качестве перспективной поисковой площади выделялась территория в обрамлении Карамурунского выступа. В 1969-1970 гг. перспективность этого района, но уже на более широкой площади, была обоснована Г.В. Тарабориным и Т.Я. Деминой (Краснохолмская экспедиция).

В 1972 г. партией №3 Краснохолмской экспедиции южнее Карамурунского выступа было открыто месторождение Северный Карамурун (В.Ф. Волков, В.Л. Шитов). В последующие годы (1976– 1979 гг.) последовали открытия месторождений Южный Карамурун (в отложениях кампана – маастрихта), Ирколь (в образованиях верхнего турона – коньяка – сантона), Северный Харасан (в отложениях сантона – кампана – маастрихта), Заречное (в отложениях кампана – маастрихта).

2 РЕГИОНАЛЬНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Месторождение Харасан входит в группу урановых месторождений Харасанского бассейна, части Карамурунского рудного района в Сырдарьинской провинции – основной региональной структуре, которая включает в себя Карамурунский синклиниорий. Восточная часть бассейна граничит с хребтами и выступами Баиркум, Каратауской антиклиналью (приложение А).

Урановая минерализация формируется в осадочных горных породах Верхнего Мелового яруса (отложения континентальной платформы), которые простираются на север от подножия гор Тянь-Шань более чем на 1,000 км, и имеют уклон на запад-юго-запад в среднем от 2° до 5° . Урановая минерализация формируется близко к поверхности в восточной части бассейна, и на глубине от 250 до более, чем 700 м, к центру бассейна на западе (приложение А). Поток грунтовых вод с гор Каратау влияет на распространение минерализации (приложение А).

Сырдарьинский бассейн перекрыт и окружен с флангов последовательностью горных пород раннего Протерозоя, которые выходят на поверхность в юго-западной части, где горы Каратау разделяют бассейн Чу-Сарысу и параллельный Сырдарьинский бассейн. Платформенные горные породы представлены континентальными осадочными породами мощностью до 320 м и морскими отложениями Палеогенового периода мощностью до 200 м, которые покрыты красными песчаниками от Олигоцена до отложений Четвертичного периода. Множество сдвигов породы со смещениями в несколько десятков метров находится на всей площади Каратауской антиклинали, также как и всего бассейна (Вершков и др., 2015).

2.1 Геологическое строение Харасанского рудного поля

Харасанское рудное поле является частью уникального по запасам Карамурунского рудного района, входящего в состав Сырдарьинской урановорудной провинции.

В геологическом строении геологического района месторождения Харасан выделяются два структурных этажа – метаморфизованные отложения складчатого фундамента и рыхлые образования осадочного чехла. Чехол, в свою очередь, имеет также двухчленное строение. Нижний ярус сложен платформенными отложениями верхнего мела, палеогена и нижнего отдела неогена, верхний суборогенными отложениями верхнего палеоцена и четвертичного периода.

В основании нижнего структурного этажа залегают метаморфические и карбонатно-терригенные образования нижнего-среднего протерозоя, эффузивы кислого и основного состава верхнего протерозоя, терригенные

морские отложения венда. Верхняя часть фундамента представлена углеродисто-кремнистыми образованиями кембрия, флишоидными и терригенными отложениями ордовика, терригенно-молассовыми и карбонатными образованиями девона и нижнего карбона.

2.1.1 Мезо-Кайнозойские породы

Отложения Верхнего мелового яруса. Породы Верхнего Мела представлены пластами Сенонского, Туронского, Коньякского, Сантонского, Кампанского и Маастрихтского периодов. Данные породы расположены вдоль западного фланга гор Каратау на глубине от 350 до 750 м от поверхности. В пределах площади рудника Харасан данные породы состоят из слабоуплотненных озёрно-аллювиальных отложений. Урановая минерализация встречается в отложениях Маастрихтского, Кампанского и Верхнесантонского периодов на глубине от 570 до 760 м от поверхности.

Случайные остатки фауны были обнаружены в породах Верхнего Мела, такие как акульи зубы, на обнажениях недалеко от уранового рудника Заречное, приблизительно 160 км южнее Харасана. В целом, тем не менее, стратиграфическая корреляция основана на результатах электро- и гамма-каротажа, палинологического определения возраста и определения состава песка и глины.

Отложения Палеоцена и Неогена. Палеогеновые и неогеновые породы охватывают слабоуплотненные алевриты, аргиллиты, пески и конгломераты с прослоями известняка и лагунные отложения (рисунок 2). Нижний горизонт палеоценовых отложений находится на глубине от 100 до 665 м от поверхности.

Четвертичный период. Пласты Четвертичного периода, в основном, имеют мощность от 100 до 200 м и состоят из слабоуплотненных песков и известняка (приложение 1).

Эра	Период	Эпоха	Век	Горизонт	Сил. вол.	Мощность (м)	Литологическая колонка	Описание								
Кайнозой	Неоген-четвертичный				N_2-Q	до 250		Аллювиальные и золовые пески с лессами глины, мелкий песок, алевролиты с прослоями песка (в северной части уранового месторождения)								
								Аллювиально-озерный мелкий серый песок и алевролиты, отложения озерно-флювиальной среды: горизонтальные наклонные серые алевролиты с углистыми детритами и ненапластованные коричневые алевролиты с лессами и прослоями песка и известковистой коричневой глины								
	Палеоген	Эоцен				P_2^3	до 230		Месторождения прибрежной равнины: зеленовато-оливк., горизонтально наклонная алевролитовая глина с моллюсками и мелкими включениями							
									Мелководные отложения: серо-зеленые глинозвестки, несплошные глинистые и лессовые алевролиты							
									Серые и коричнево-зеленые кораллы известковые глины с включениями галита							
									Известняк, темно-коричневые сплошные известняки с фосфоритами и рыбьими костями включениями							
									Темно-серая глина, черный сплюснутый глауконитовый песок							
									Лагуновые отложения: серые алевролиты, темно-серая доломитная глина, белый ангидрит							
	Палеоген					P_2^2	до 60		Именно-коричневые сплошные известняки с фосфоритами и рыбьими костями включениями							
									Темно-серая глина, черный сплюснутый глауконитовый песок							
Палеоген					P_2^1	26-31		Темно-серая глина, черный сплюснутый глауконитовый песок								
								Лагуновые отложения: серые алевролиты, темно-серая доломитная глина, белый ангидрит								
Палеоген					P_1^2	до 15		Лагуновые отложения: серые алевролиты, темно-серая доломитная глина, белый ангидрит								
								Лагуновые отложения: серые алевролиты, темно-серая доломитная глина, белый ангидрит								
Палеоген					P_1^1	до 15		Лагуновые отложения: серые алевролиты, темно-серая доломитная глина, белый ангидрит								
								Лагуновые отложения: серые алевролиты, темно-серая доломитная глина, белый ангидрит								
Мезозой	Мел				$K_2 \text{об.} - P_1^1$	30		Литторальные месторождения: голубовато-серые и красные глины с включениями доломита и известняка, карбонатный песчаник, пестрый алевролит								
								Верхний				$K_3 \text{об.} - P_1^1$	30		Месторождения прибрежной равнины: темно-серая глина с прослоями карбонатного песчанника, мелко- и среднезернистые слоистослоистые серые пески. Вездешные корды минерализации на Карамурун и Харасане	
															Аллювиальные мелко- и среднезернистые серые пески, зеленые и пестрые алевролиты (уреновая минерализация). Вездешные корды минерализации на Карамурун, Харасане и Кызылту.	
								Средний					$K_2 \text{об.}$	25		Диллювиально-аллювиальные месторождения: разной зернистости, выщелоченные, розовые, зеленовато-серые ступенчатослоистые пески, коричнево-красные, реже зеленые, сплошные алевролиты (уреновая минерализация)
																Диллювиально-аллювиальные месторождения: красно-коричневые алевролиты, красные, розовые, выщелоченные, мелко- и среднезернистые наклонные пески
								Нижний					$K_2 \text{об.}$	40		Диллювиально-аллювиальные месторождения: светло-серые, выщелоченные, коричнево-желтые и красные горизонтальные и слоистонаклонные пески, галечники с прослоями серой глины и алевролита. Красно-коричневый алевролит и глина в кровле. Вездешная минерализация на Иркеле
																Диллювиально-аллювиальные месторождения: разной зернистости, светло-зеленые, реже коричневого, пески с точечно-равнинными, серыми и красно-коричневыми алевролитами и глинистыми прослоями и лессами. Вездешная минерализация на Иркеле
								Средний					$K_2 \text{об.}$	30-60		Диллювиально-аллювиальные месторождения: красно-коричневый сплошной алевролит и глина с прослоями серой глины и алевролита. Красно-коричневый алевролит и глина в кровле. Вездешная минерализация на Иркеле
																Диллювиально-аллювиальные месторождения: красно-коричневый сплошной алевролит и глина с прослоями коричневого глинистого песчанника и лесса
								Нижний					$K_2 \text{об.}$	25-50		Речные отложения: красно-коричневый сплошной алевролит и глина с прослоями коричневого глинистого песчанника и лесса
Речные отложения: красно-коричневый сплошной алевролит и глина с прослоями красной и коричневой коллоидной глины и алевролита																
Средний					$K_2 \text{об.}$	до 100		Речные отложения: красно-коричневый сплошной алевролит и глина с прослоями красной и коричневой коллоидной глины и алевролита								
								Речные отложения: красно-коричневый сплошной алевролит и глина с прослоями красной и коричневой коллоидной глины и алевролита								
Палеозой	Силурский Ордовиц Девон				$S-D-D$	10-20		Реголит. Метакристалловый песчанник, алевролит и сланец, известняк, доломит								

Рисунок 2- Региональная стратиграфическая колонка (Источник Вершков 2015г.)

2.2 Геология месторождения и участка харасан-1

2.2.1 Структурные особенности месторождения и участка Харасан-1

Рудник Харасан-1 охватывает большую площадь и большая часть геологии месторождения такая же, как и геология региона. Породы фундамента включают складчатые Протерозойские пласты, перекрытые породами Палеозойского каменноугольного периода, карбонатными породами и песчаниками.

Территория рудника Харасан перекрыта преимущественно осадочными породами. Породами, перекрывающими фундамент, являются осадочные породы мелового и палеогенового периода, вмещающие урановую минерализацию, которая не выходит на поверхность (приложение А). Осадочные породы включают в себя от озёрноаллювиальных мелкозернистых песков до галечника, и от 10% до 20% глины, как прослоев. Осадочные породы Верхнего Мела были разделены на 3 яруса. В обратном хронологическом порядке это Сантон, Кампан и Маастрихт (рисунок 2). Более низкие слои пород Мелового периода, такие как Сенонский, Туронский, Коньякский и Нижний Сантонский не разрабатывались на руднике Харасан из-за их глубины – более 750 м от поверхности.

Породы Сантонского, Кампанского и Маастрихтского периода месторождения Харасан могут быть общей мощностью до 450 м и состоят из красных и серых алевроитов, песчаников и слоев глины. Данные образования выются на плане в виде лент длиной от 20 до 25 км, шириной от 50 до 200 м и глубиной от 0,5 до 20 м. Средняя мощность прослоев минерализации варьирует от 1 до 5 метров, следующим образом:

- Сантон: Данный ярус охватывает, в основном, зеленовато-серые и серые песчаники с небольшими прослоями глины, мощностью от 65 до 70 м на глубине от 600 до 780 м.;
- Кампан: Этот ярус перекрывает Сантонский. Он литологически сложный и состоит из окисленных песков с прослоями глин (от серых до красных) и глин аллювиального происхождения мощностью от 15 до 25 м. Глубина пород варьирует от 550 до 740 м.;
- Маастрихт: Это самый молодой из ярусов, с общей мощностью от 30 до 50 м и залеганием пластов на глубине от 510 до 650 м от поверхности. Он поделен на 2 цикла. Верхний цикл мощностью от 12 до 15 м и включает серые песчаные аллювиальные отложения. Нижний цикл мощностью от 26 до 30 м и включает красные и пестроцветные алевроиты, глинистые песчаники.

Осадочные породы, перекрывающие Палеоген, состоят из слоев серых и зеленых глин мощностью от 140 до 220 м, и алевритов, перекрытых песками и глиной Неогена мощностью 200 м.

Аллювиальные пески, глины и суглинки Четвертичного периода мощностью от 100 до 200 м перекрывают более старые отложения с угловым несогласием.

2.3 Минералого-петрографическая характеристика руд и вмещающих пород

Месторождение Харасан-1 – гидрогенное месторождение роллового типа, вмещающее Верхнесантонский, Кампанский и Маастрихтский ярусы (рисунок 3).

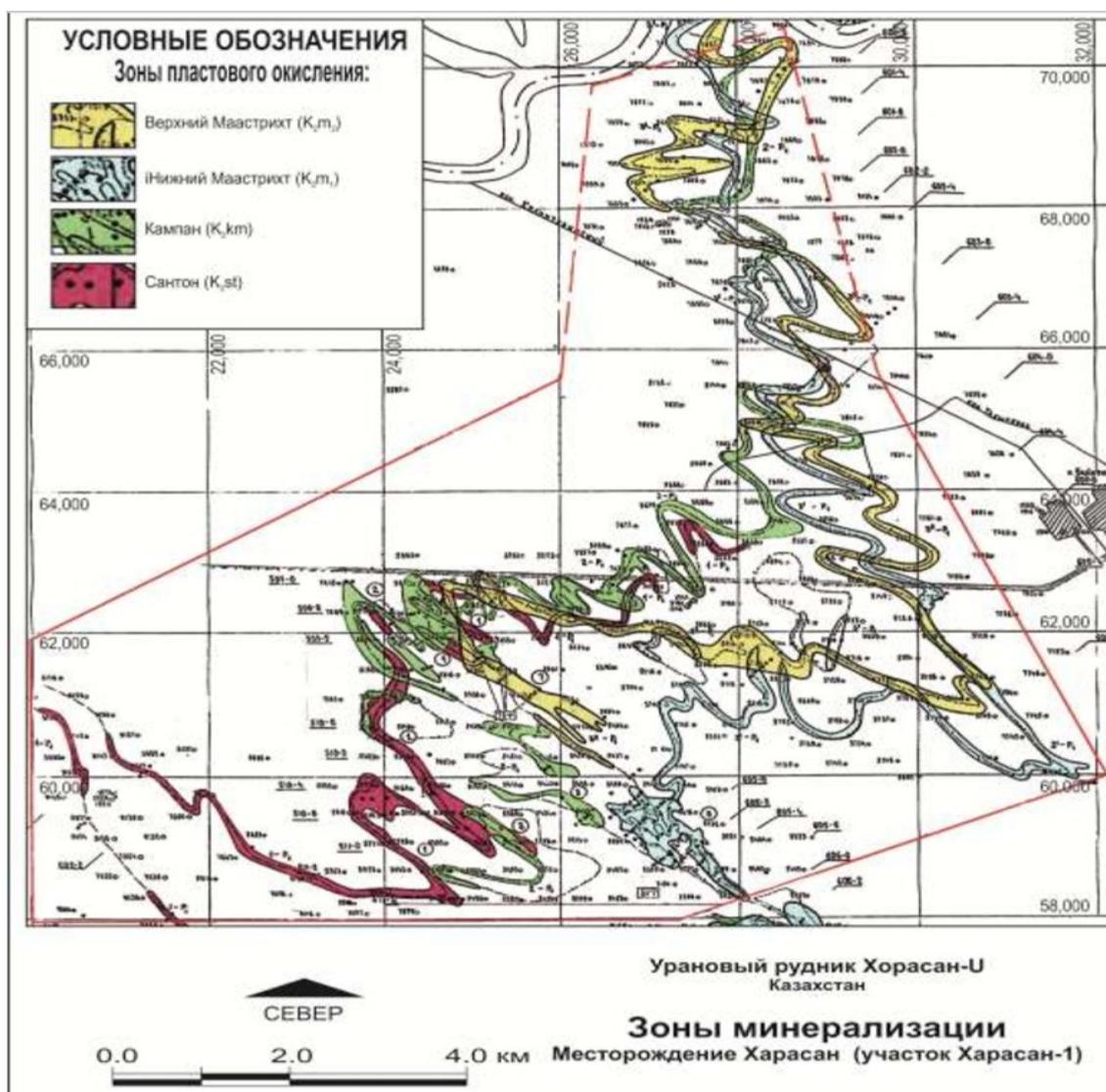


Рисунок 3 - Зоны минерализации месторождения

Расширенное верхнее крыло ролла, осложненное пошаговым сдвигом геохимической границы, как правило, наблюдается тогда, когда мощность ярусов является значительной и имеется несколько ограничивающих линз на участках уменьшения границ ЗПО. Ступенчатые образования и расширенные крылья, состоящие из множества минерализованных линз, которые также в избытке найдены между крыльями, типичны для стратиграфии месторождения и подтверждают чрезвычайную сложность толщи вмещающих пород.

Маастрихтские ярусы вмещают основную массу урановой минерализации месторождения Харасан (65%). Кампанские и Сантонские ярусы вмещают 35% урановой минерализации. Зоны минерализации охватывают мощные, водопроницаемые, слабоуплотненные осадочные породы и неокисленные пласты с низким содержанием с характерными высокими фильтрационными свойствами.

Урановая минерализация ограничивается водоносными, проницаемыми, серыми (в крайнем случае, зелеными) песчаными отложениями, которые в процессе эпигенетической минерализации могут создать контрастные барьеры восстановления окисление («редокс»). Эти участки обеспечивают условия для отложения минералов, содержащих поливалентные элементы урана, рения, молибдена, селена, иттрия, редкоземельных элементов, скандия и ванадия.

Выделяется 4 геохимических типа породы:

- Диагенетически восстановленные серые пески и глины, содержащие окаменелые остатки растений;
- Серо-зеленые пески и глины, восстановленные как диагенетически, так и эпигенетически, в процессе почвообразования;
- Невосстановленные, изначально пестрые отложения; и
- Эпигенетически окисленные породы, которые формируют зоны пластового окисления вдоль восстановленных зон контактов породы.

Территориально минерализация месторождения Харасан-1 направлена в сторону клиновидной границы ЗПО.

Каждое из выявленных образований урановой минерализации находится в пределах одного слоя отложений, который может коррелировать между вертикальными разрезами.

Образования состоят из нескольких морфологических элементов (Рисунок 4), включая:

- Основной ролл с четко выраженными носовой частью и крыльями;
- Минерализованные элементы носовой части/крыла (или альтернативно называемые «лимбы»);
- Периферийные и остаточные образования, расположенные в задней части основного роллового фронта.

Важное свойство урановых минерализованных образований - изменение пропорций урана и радия по всей толще этих образований. Уран преобладает в носовой части и уменьшается к крыльям, а радий преобладает в остаточных образованиях и формирует радиевые ореолы (как аномалии, не содержащие уран согласно результатам гаммакаротажа). Соотношение урана и радия описывается коэффициентом радиоактивного равновесия («КРР»).

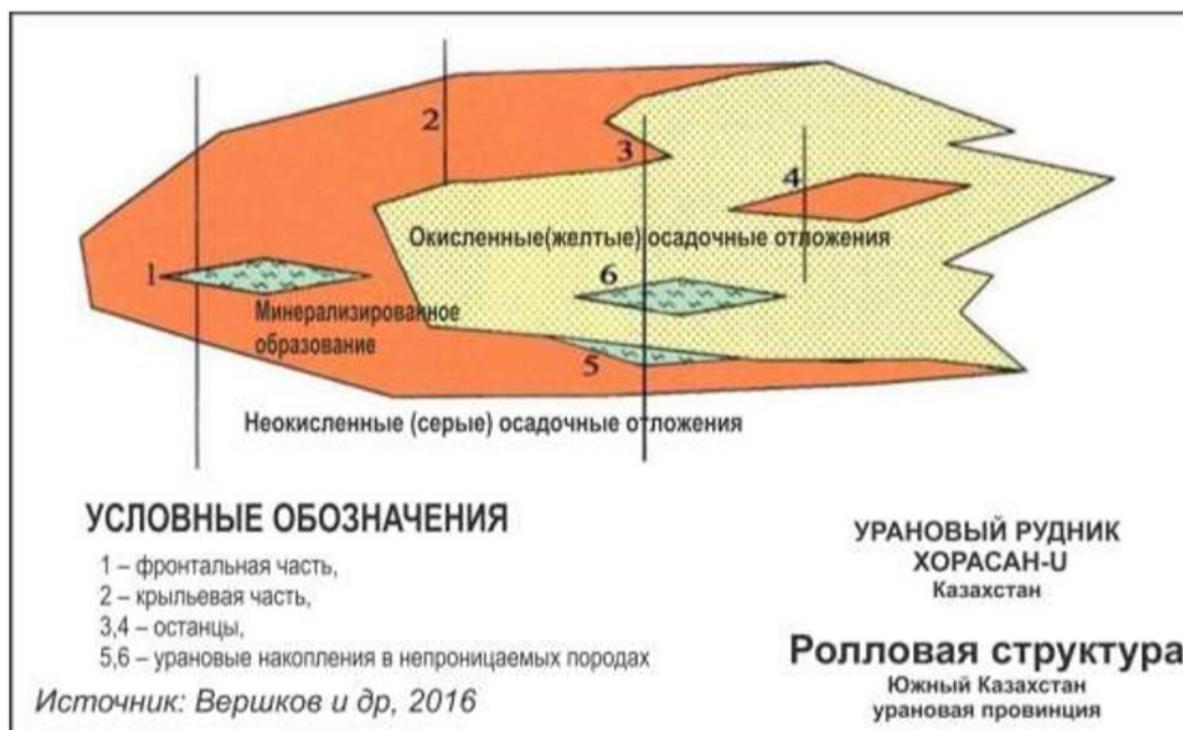


Рисунок 4 - Схема продольного разреза основной структуры роллового фронта минерализованного образования.

Характерными особенностями урановой минерализации в районе рудника являются:

- Ярусы минерализации возникают, обычно, как субгоризонтальные линзы, и, в меньшей степени, как роллы.
- Обнаруживается уран с неравномерной грануляцией, обычно, мелко- и среднезернистый с возможной значительной мутностью.
- В минерализованных песках преобладают минералы, устойчивые к воздействию кислоты (составляющие в среднем 98.5%).

Основной минеральной составляющей является кварц (до 62%), кроме того, полевошпат (до 17%), фрагменты кремнистых пород (до 18%), слюды и «фитолеймы» (органические вещества). В пределах матрицы встречаются глинистые минералы, включая монтмориллонит, каолинит и слюду. Побочные минералы включают ильменит, пирит, кальцит, сидерит, турмалин, гранат, апатит и рутил.

Основными рудными минералами являются уранинит (от 50% до 60%) и коффинит (от 40% до 50%), который является цементирующим и связующим материалом между гранулами большего размера.

Другие общераспространенные минералы включают селен (от 0.05% до 0.07%), рений, скандий, иттрий и РЗЭ.

Химический состав минерализованных ярусов – это обычно кремнекислые материалы: 81% до 85% SiO_2 , 7% до 10% Al_2O_3 , 1.9% до 2.4% Fe_2O_3 , 2.3% до 2.7% K_2O , и 0.5% до 1% Na_2O .

Карбонатность пород месторождения Харасан обычно менее 1% CO_2 , но местами достигает 2% и более.

Урановая минерализация на участке Харасан происходит в пределах Верхних меловых песков. Сверху вниз эти процессы можно описать следующим образом:

- Маастрихтские отложения охватывают простые аллювиальные отложения, включая два слоя (10 до 12 м каждый) мелкозернистого песка, разделенного перемежающимися линзами алеврита и глины. Пески преимущественно плотные, диагонально-напластованные или горизонтальные, водонасыщенные и нестабильные. Неокисленные зоны серого цвета, в то время как окисленные – от беловато-желтого до желтого. В большинстве случаев, селен ассоциируется с урановой минерализацией;

- Кампанские отложения охватывают простые аллювиальные отложения равнозернистого песка, разграниченные сверху слабо-непрерывным слоем зеленых алевритов и глинистого песчаника. Пески являются водонасыщенными и нестабильными;

- Верхнесантонские отложения охватывают простые аллювиальные отложения, включая мелкозернистые, серые и красные пески с прослоями алеврита и песчаника.

В части соотношения проницаемых и непроницаемых слоев, выделены 4 основных литологических типа, характеризующие каждый ярус минерализации, и различающиеся содержанием песка как процентом мощности пласта:

- Песок 100% до 80%.
- Глина-песок 80% до 40%.
- Песок-глина 40% до 20%.
- Глина 20% до 0.

Первые два типа характеризуют русловые и около русловые отложения, в то время как третий и четвертый типы, характеризуют пойменные отложения.

2.4 Гидрогеология

Верхнесантонский и Маастрихтский ярусы формируют единый водоносный горизонт, разделенный перемежающимися непроницаемыми

слоями, представляющий собой единый водоносный комплекс мощностью от 300 до 400 м с коэффициентом фильтрации от 1.1 м/с до 8.0 м/с. Пьезометрическая поверхность направлена с юг-юговостока на север-северо-запад.

Водоносный слой пополняется в горах Каратау. Подземные воды имеют минерализацию (сульфаты, хлориды, натрий, калий и магний) от 0.7 г/л до 17 г/л, которая возрастает до 20 г/л в отложениях среднего Миоцена. Тем не менее, минерализация в исходных слоях минерализации верхнемеловых отложений в пределах от 0.6 г/л до 0.9 г/л.

Особенности грунтовых вод – отсутствие растворенного кислорода, низкие отрицательные значения окислительно-восстановительного потенциала, наличие сероводорода и близкие к нейтральным (отклоняющиеся к щелочным) условия. Концентрация растворенных минералов в водоносных горизонтах обычно составляет:

- 2.5×10^{-4} г/л урана
- 8.2×10^{-10} г/л радия
- 1.8×10^{-7} до 2.0×10^{-7} г/л рения

3 ТРЕХМЕРНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РУДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ

Для моделирования проницаемых рудоносных горизонтов были использованы данные по технологическому и геологоразведочному бурению. Моделирование производилось для всего месторождения с использованием только геологоразведочных данных, для детализации и уточнения модели дополнительно была создана модель по данным технологического бурения.

За основу создания геологической и технологической базы данных были взяты материалы с отчета «Оценка минеральных ресурсов участка Харасан-1 месторождения Северный Харасан в Кызылординской области Республики Казахстан» от 2016 года.

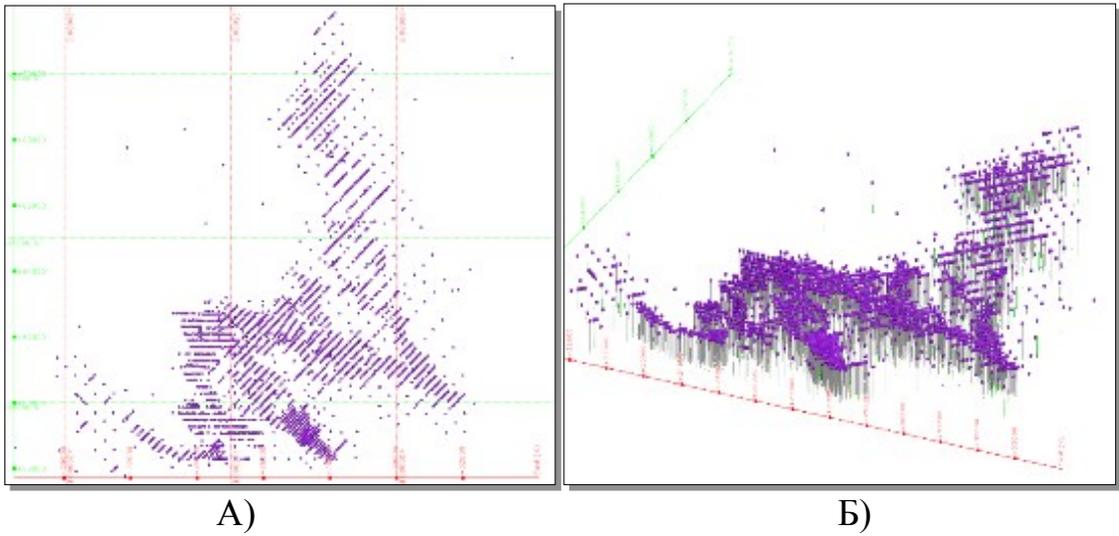
Данные по скважинам были использованы в виде файлов формата Microsoft Excel, импортированными из программы «Атомгео». Таблицы включали параметры уранового оруденения по скважинам, координаты устьев геологоразведочных скважин, инклинометрию и литологию.

Основные данные результатов проведенных работ по участку Харасан-1 (координаты устьев, инклинометрия, параметры уранового оруденения, литология, фильтра) были импортированы в систему Leapfrog Geo.

3.1 Геологоразведочная база данных

Геологоразведочные скважины на участке Харасан-1 месторождения Северный Харасан пробурены сетью 50×200 м и 50×400 м. Общий объем геологической базы данных составляет 2 861 скважин.

База данных была собрана в формате Excell, и в ходе интерпретации импортированы в ГИС АтомГео. На рисунках 5, 6 приведена визуализация геологоразведочная база данных.



А) Б)
 Рисунок 5 – Расположение геологоразведочных скважин
 (А – в плане, Б – в тренде)

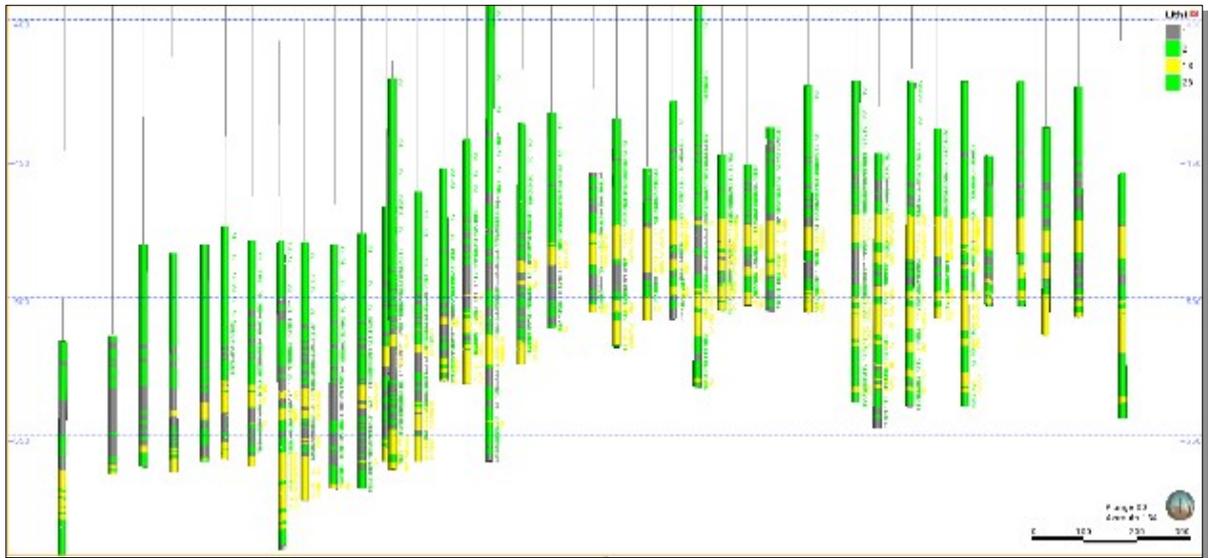
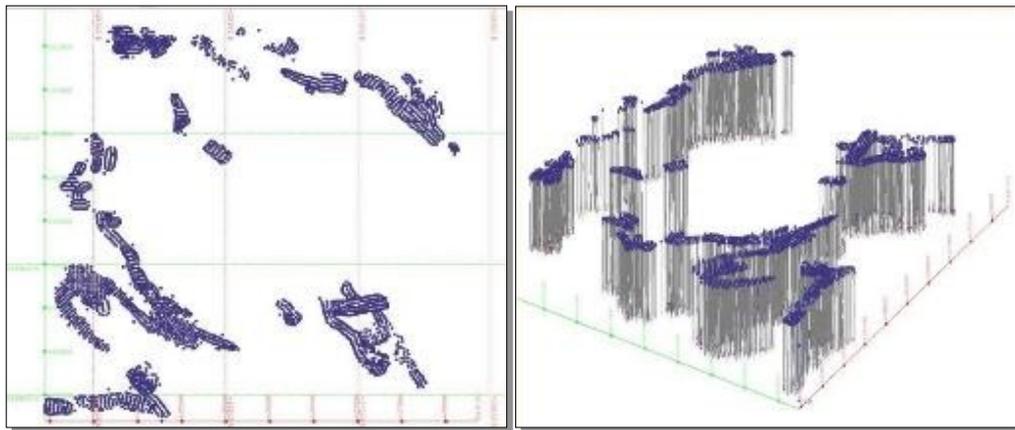


Рисунок 6 – Расположение геологоразведочных скважин по типу
 проницаемости, вид – в разрезе.

На рисунках 7, 8 приведена технологическая база данных в трехмерном пространстве.



А) Б)
Рисунок 7 – Расположение технологических скважин
(А – в плане, Б – в тренде)

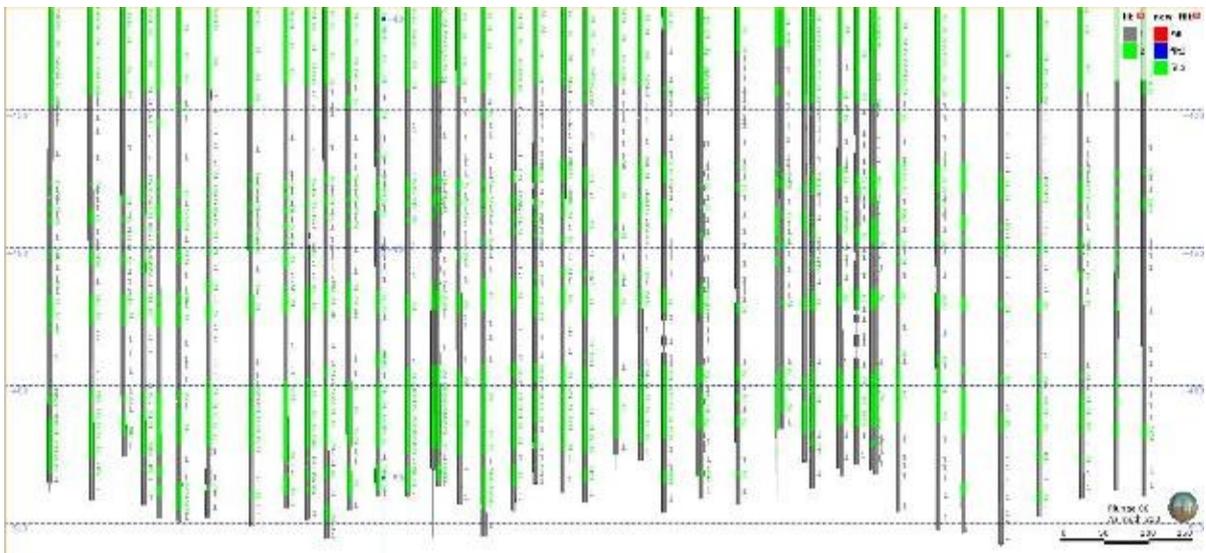


Рисунок 8 – Расположение технологических скважин по типу
проницаемости, вид – в разрезе.

3.2 Каркасное моделирование трехмерной модели рудоносных горизонтов

Каркасное моделирование литологической модели основывалось на данных литологии по скважинам. Моделирование выполнялось в несколько этапов:

- Выделение рудоносных горизонтов;
- Моделирование контактов между проницаемыми и непроницаемыми породами;
- Выделение литологических разностей в проницаемых породах;
- Выделение геохимического типа пород в проницаемых отложениях.

3.3 Использование программного обеспечения

При моделировании литологической модели участка Харасан-1 месторождения Северный Харасан, использовался программный комплекс Leapfrog Geo.

Программный комплекс Leapfrog Geo позволяет моделировать геологическую модель методом условного моделирования. Данный метод отличается от традиционного геологического моделирования тем, что модель строится в автоматическом режиме, считывая литологические коды с базы данных при заданных параметрах интерпретации и коэффициентов анизотропии. Традиционно геологические модели строятся путем создания моделей вручную. Определяются разрезы, и на разрезах создаются литологические разности. Затем проводятся линии для соединения поверхностей между разрезами.

Условное моделирование выполняется с использованием математических инструментов для построения модели на основе базы данных. Строится математическая конструкция, которую можно использовать для отображения различных аспектов данных в 3Д. Условное моделирование избавляет от кропотливого ручного труда и от допущения ошибок, связанных с человеческим фактором.

Leapfrog Geo использует быструю РБФ – математический алгоритм, созданный на основе радиальных базисных функций. Дискретные переменные, такие как литологические разности, так же, как и непрерывные переменные, например, коды литологических разностей, можно использовать для построения поверхностей.

Вместо представления модели, построенной на основе жестких геометрических конструкций, визуализация 3Д модели полученной по средствам условного моделирования, повторяет формы естественных объектов, обнаруживаемых в реальности.

3.4 Выделение и моделирование рудоносных горизонтов

Моделирование рудоносных горизонтов участка Харасан-1 месторождения Северный Харасан было осуществлено на основе данных таблицы «DB_expl_horizons» из геологоразведочной базы данных. На рисунке 9 представлена база данных с данными по горизонтам.

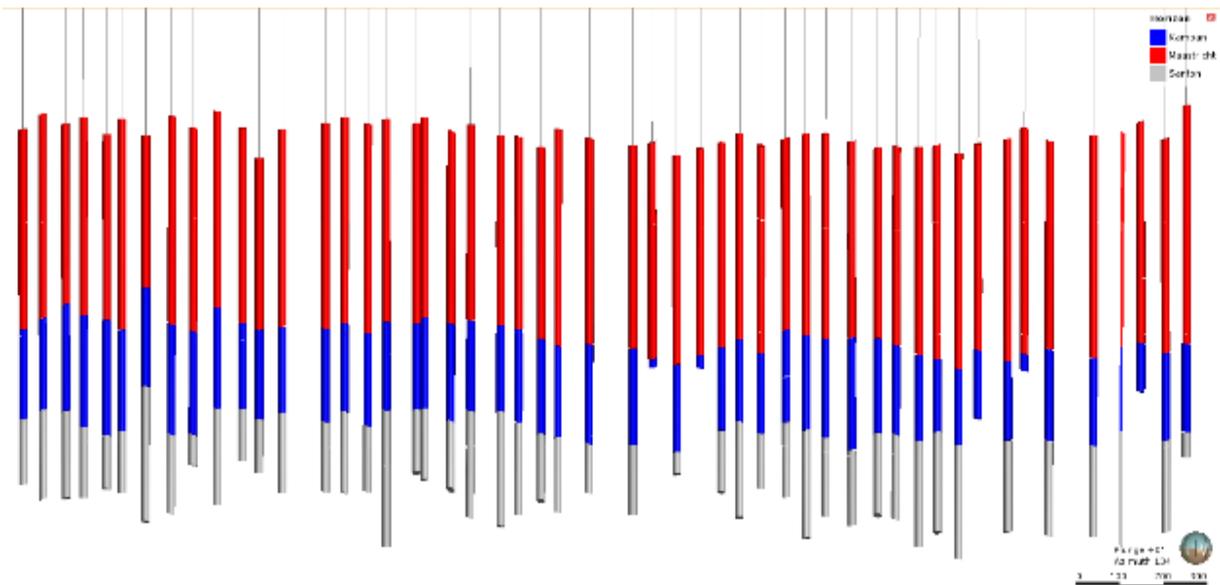


Рисунок 9 – Разрез с геологоразведочной базой данных, с цветовой градацией по рудоносным горизонтам (красный – Маастрихт; синий – Кампан; серый – Сантон)

Для выделения и визуализации рудоносных горизонтов, из базы данных в виде полилиний были извлечены границы рудоносных горизонтов:

- Кровля Маастрихта;
- Кровля Кампана (подошва Маастрихта);
- Кровля Сантона (подошва Кампана)
- Подошва Сантона.

Границы между горизонтами были откорректированы моделированием горизонтов непроницаемых (глинистых) отложений:

- Над Маастрихтским горизонтом (через все месторождение);
- Между Маастрихтским и Кампанским горизонтами (через все месторождение);
- Между Кампанским и Сантонским горизонтами (через все месторождение, но с разрывами в северо-западной и юго-западной части, см. ниже);
- Ниже Сантонского горизонта (через все месторождение) [4].

На рисунке 10 представлены рудоносные горизонты в виде полилиний.

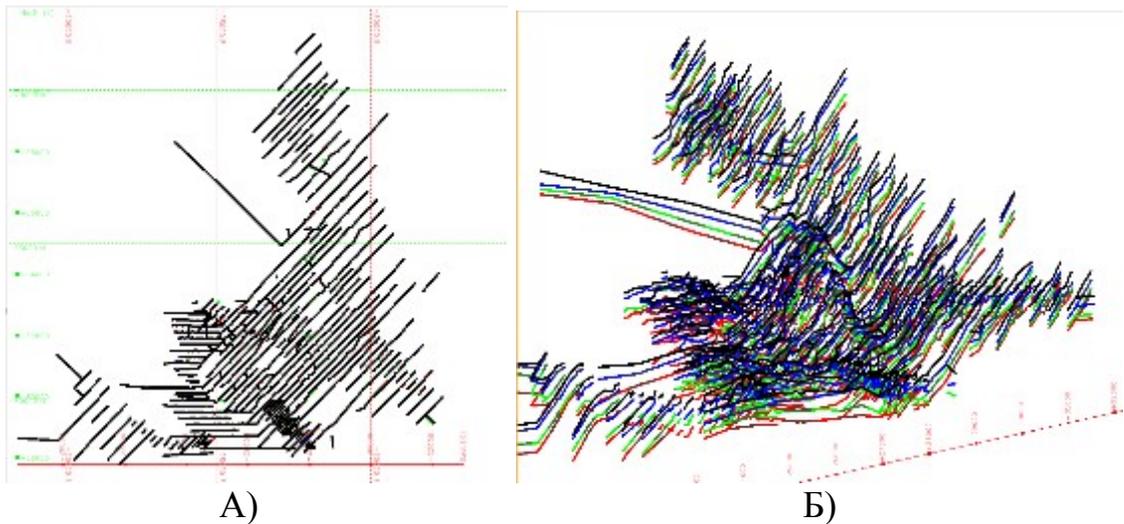


Рисунок 10 – Рудоносные горизонты в виде полилиний
(А – в плане; Б – в тренде)

После корректировки границ горизонтов, были построены контакты между горизонтами в виде цифровых поверхностей. Цифровые поверхности были проверены на наличие пересечений между горизонтами от разреза к разрезу. Каждый контакт выделенного горизонта построен на основе базы данных, т.е. линия горизонта привязана к интервалу по скважине согласно кодировке горизонтов. На рисунках 11, 12 показаны цифровые поверхности рудоносных горизонтов с геологоразведочной базой данных.

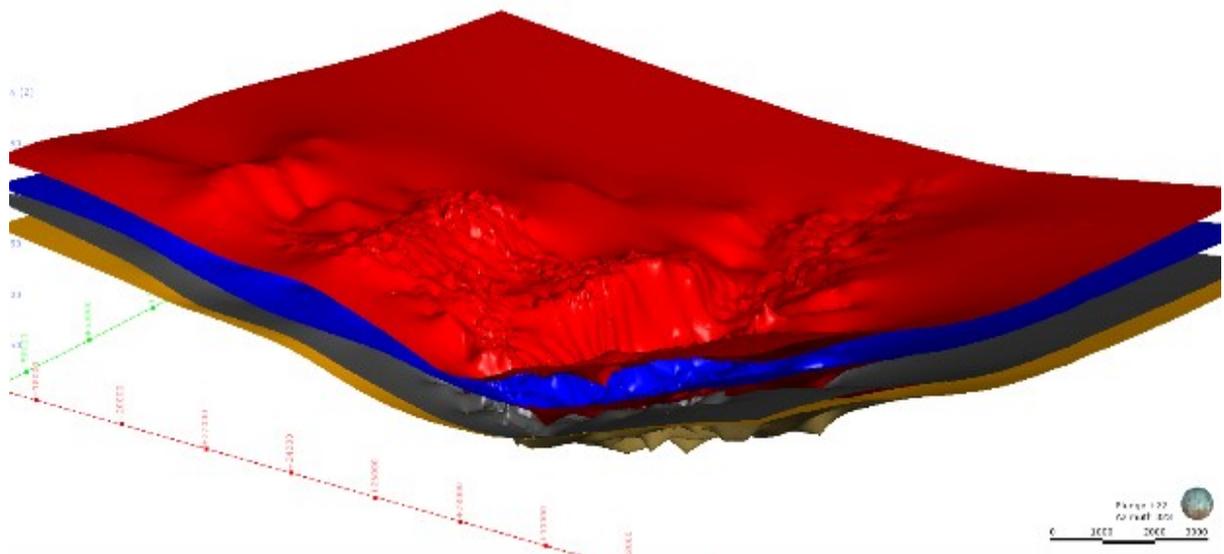


Рисунок 11 – Цифровые поверхности рудоносных горизонтов в тренде
(красный – кровля Маастрихта; синий – подошва Маастрихта и кровля Кампана; серый – подошва Кампана и кровля Сантона; оранжевый – подошва Сантона)

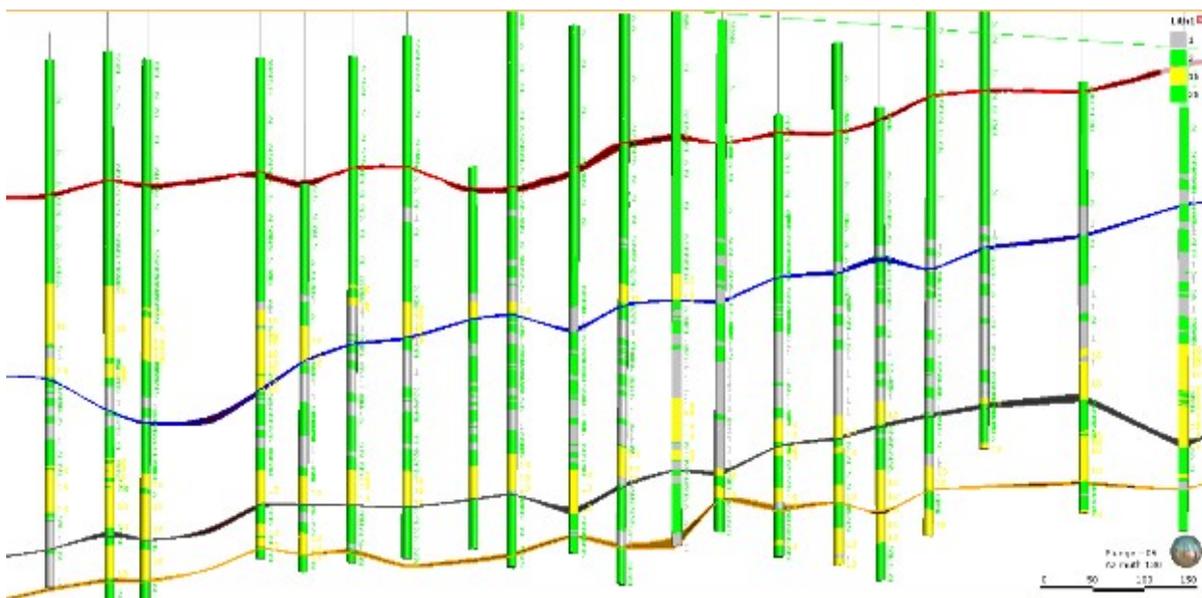


Рисунок 12 – Цифровые поверхности рудоносных горизонтов в разрезе с литологическими данными по проницаемости (красный – кровля Маастрихта; синий – подошва Маастрихта и кровля Кампана; серый – подошва Кампана и кровля Сантона; оранжевый – подошва Сантона)

На основе полученных цифровых поверхностей, была построена трехмерная модель (каркасная модель) рудоносных горизонтов на участке Харасан-1 месторождения Северный Харасан. На рисунках 13, 14 приведена трехмерная модель рудоносных горизонтов в виде замкнутых объемных каркасов

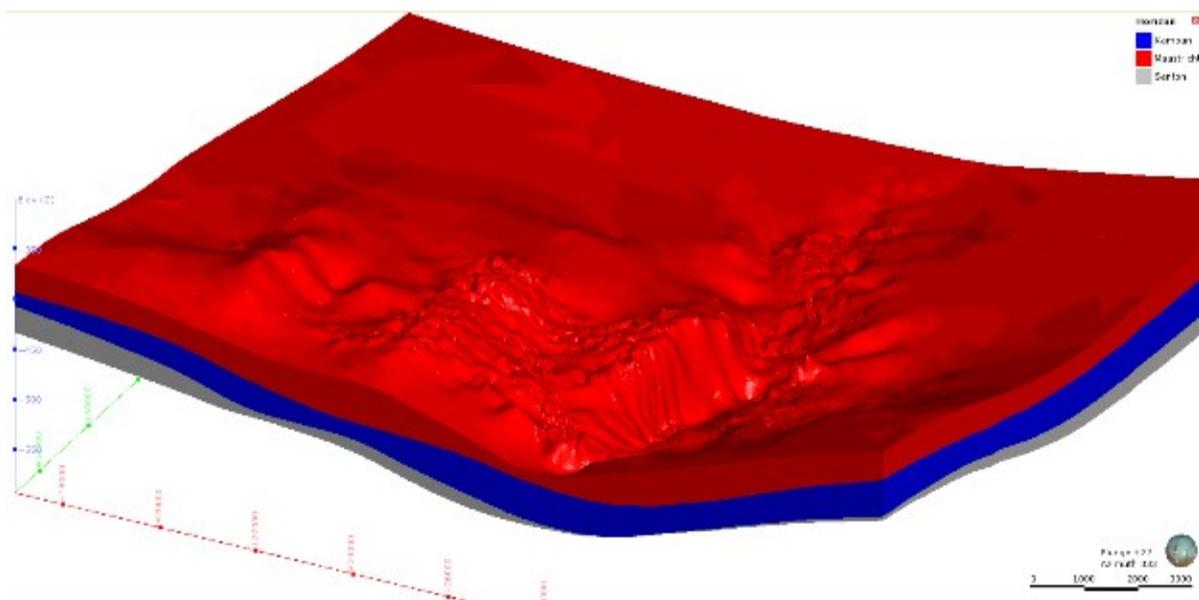


Рисунок 13 – Каркасная модель рудоносных горизонтов в тренде (красный – Маастрихт; синий – Кампан; серый – Сантон)

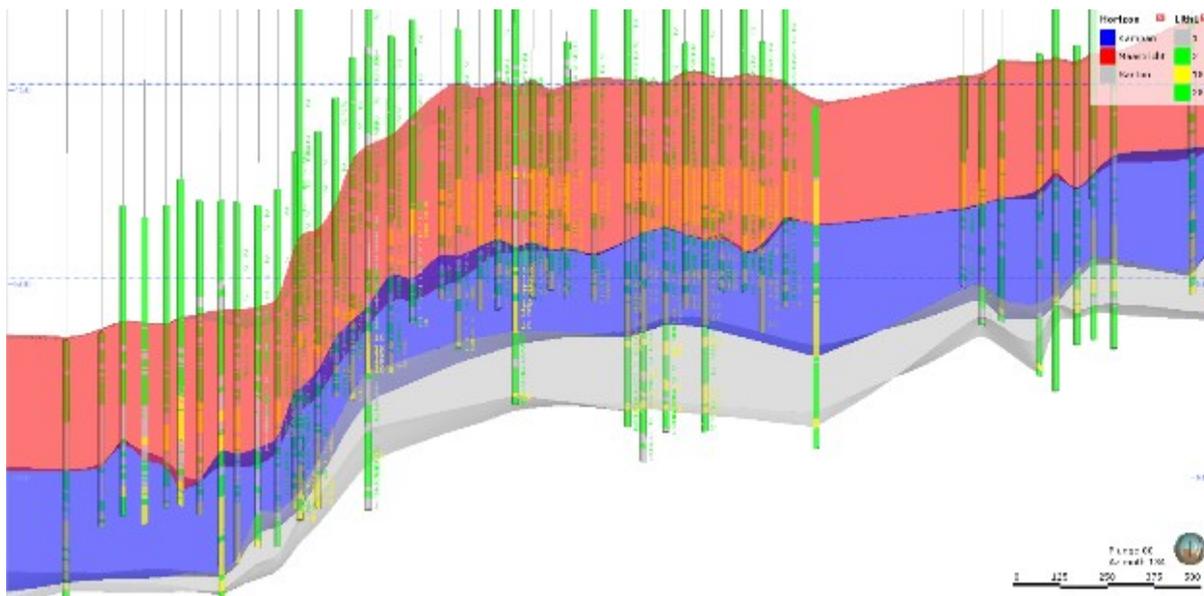


Рисунок 14 – Каркасная модель рудоносных горизонтов в разрезе с литологическими данными по проницаемости (красный – Маастрихт; синий – Кампан; серый – Сантон)

Полученные каркасы будут использованы для кодировки блочной модели данного объекта. Также модель рудоносных горизонтов позволяет корректно выделять локализацию окисленных отложений (зона пластового окисления) и рудовмещающих (серые проницаемые) пород в каждом горизонте.

3.5 Моделирование литологической модели по геологоразведочным данным

Моделирование литологической модели основывается на базе данных, которая в свою очередь сформирована на основе комплекса работ, проведенных во время проведения разведки и доразведки месторождения.

Картаж сопротивлений был первичным методом исследования осадочной минерализации исходных пород проницаемостью. Данный тип исследования вместе с индукционным картажем использовался для уточнения геоэлектрических границ. Таблица 1 и рисунок 15 обобщают результаты по основным компонентам стратиграфии.

Таблица 1 и рисунок 15 показывают, что глина и алевроиты надежно определяются по данным электрического сопротивления. Разделение средне- и мелкозернистых песков (проницаемых) от мелкозернистых глинистых песков, которые также представляют собой плохо проницаемые отложения, неоднозначно из-за сходных геоэлектрических свойств.

Каротаж сопротивлений позволяет также оценить проницаемость отложений (таблица 2) [4].

Таблица 1 - Геоэлектрические свойства отложений месторождения Северный Харасан [1].

Тип породы	Фильтрационные характеристики	Кол-во определений	Содержание глины %	Сопротивление ρ_k Ом х м	
				от - до	среднее
Алевриты	Непроницаемые	151	87.69	2.0 – 9.3	4.6
Алевритистая глина и глинистый алеврит	Непроницаемые	35	84.44	2.8 – 11.8	5.8
Мелкозернистые пески	Проницаемые	770	16.24	5.8 – 27.9	13.6
Мелко-среднезернистые пески	Проницаемые	1,130	12.98	6.1 – 32.9	14.9
Среднезернистые пески	Проницаемые	739	10.15	8.5 – 33.7	16.8

Источник: Вершков и др., 2015 г.

Таблица 2 - Зависимость геоэлектрических свойств отложений и проницаемости по месторождению Северный Харасан [1].

Сопротивление ρ_k Ом х м	Проницаемость, м/день
4.64	0.54
5.83	0.64
7.50	1.00
13.63	2.68
14.94	3.38
16.78	3.97
24.90	8.00
31.00	14.00

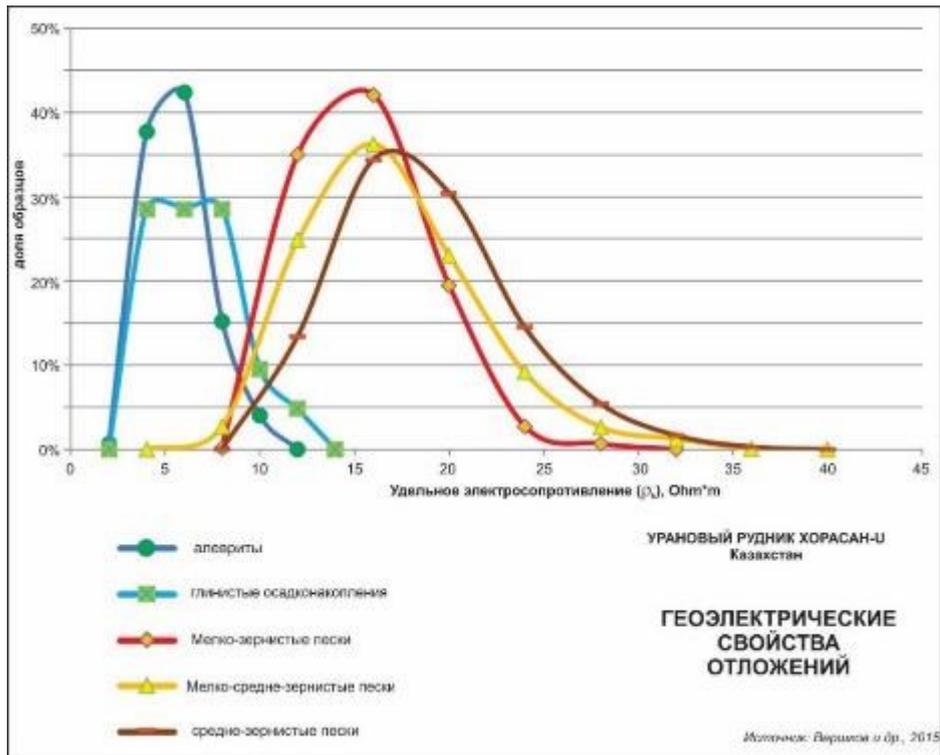


Рисунок 15 - Геоэлектрические свойства отложений месторождения Северный Харасан [4]

За основу моделирования литологической модели использованы данные из таблицы «DB_EXPL_LITHOLOGY» из геологоразведочной базы данных. На рисунке 16 показаны этапы моделирования литологической модели.

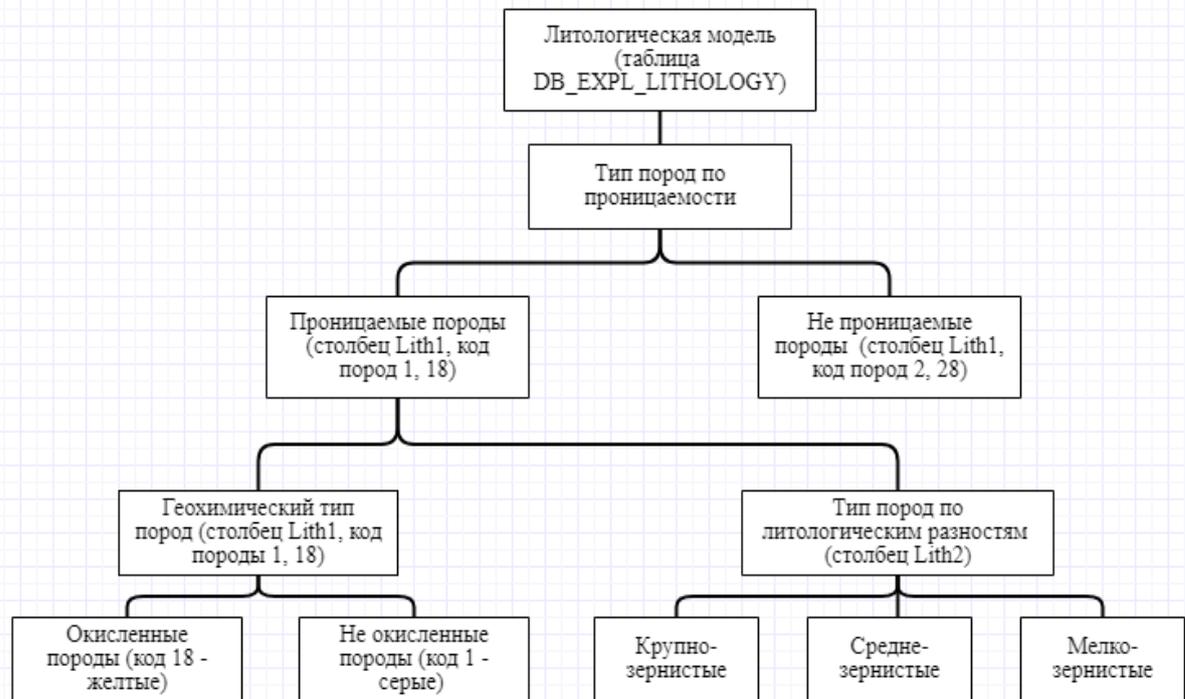


Рисунок 16 – Схема по этапного моделирования литологической модели

3.5.1 Выбор параметров интерпретации

Моделирование литологической модели методом условного моделирования, требует настройки параметров, которые влияют на построение геологической модели месторождения.

Основным критерием интерполяции является – глобальный тренд, который включает в себя расстояния поиска подобных литологических кодов. Радиус поиска основан на сети бурения скважин. Поиск подобных литологических кодов будет производиться по трем осям X, Y, Z. Для определения направления поиска литологических кодов используется углы простирания, падения и залегания месторождения. На рисунке 17 показан глобальный тренд поиска. Коэффициенты анизотропии определяются экспериментальным путем.

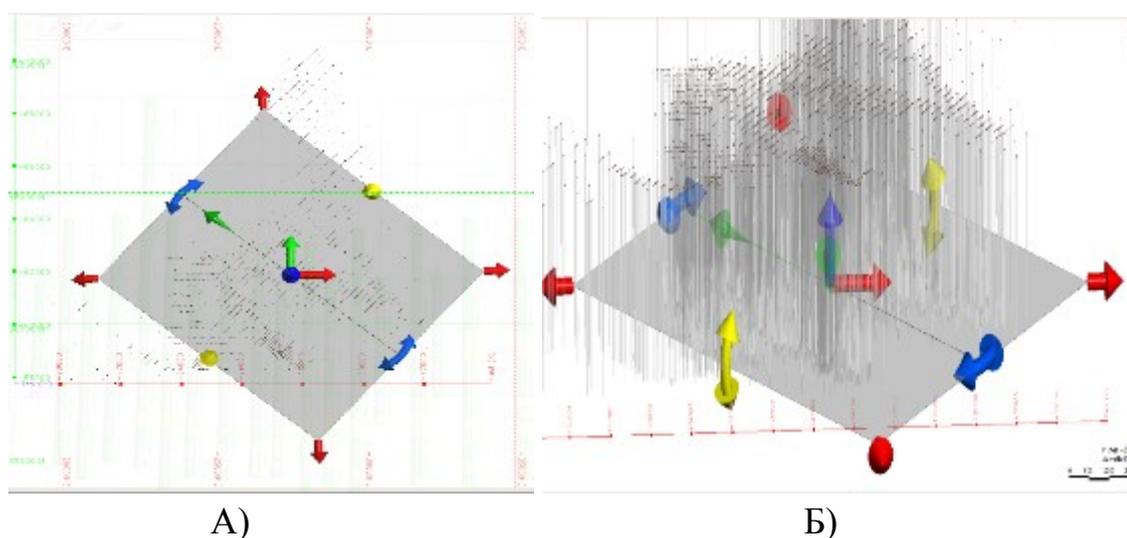


Рисунок 17 – Глобальный тренд поиска (А – в плане; Б – в тренде)

В таблице 3 приведены параметры интерпретации и коэффициенты анизотропии.

Таблица 3 - Параметры интерпретации и коэффициенты анизотропии

№ п/п	Параметры/коэффициенты	Значения
1	Азимут простирания	40.34
2	Угол падения	0.44
3	Угол залегания	0
4	Радиус поиска по оси X	40
5	Радиус поиска по оси Y	20
6	Радиус поиска по оси Z	1
7	Силл	10

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Параметры/коэффициенты	Значения
8	Диапазон	400
9	Альфа	3

3.5.2 Каркасное моделирование проницаемых и непроницаемых пород по горизонтам

Первым моделировались породы по типу проницаемости. При выделении пород по проницаемости использовались данные таблицы «DB_expl_lithology» из геологоразведочной базы данных, столбца Lith1. В таблице 4 приведены литологические коды пород по типу проницаемости.

Таблица 4 - Коды пород по типу проницаемости

№ п/п	Код породы	Описание
1	1	Проницаемые не окисленные (серые) отложения
2	18	Проницаемые окисленные (желтые) отложения
3	2	Непроницаемые отложения
4	28	Непроницаемые окисленные отложения

На данном этапе моделирования, геохимический тип пород не учитывался. Литологические коды были сгруппированы только по типу проницаемости. Главной задачей данного этапа – выделение границ проницаемых и не проницаемых пород. На рисунке 18 приведен разрез с литологической колонкой по типу проницаемости.

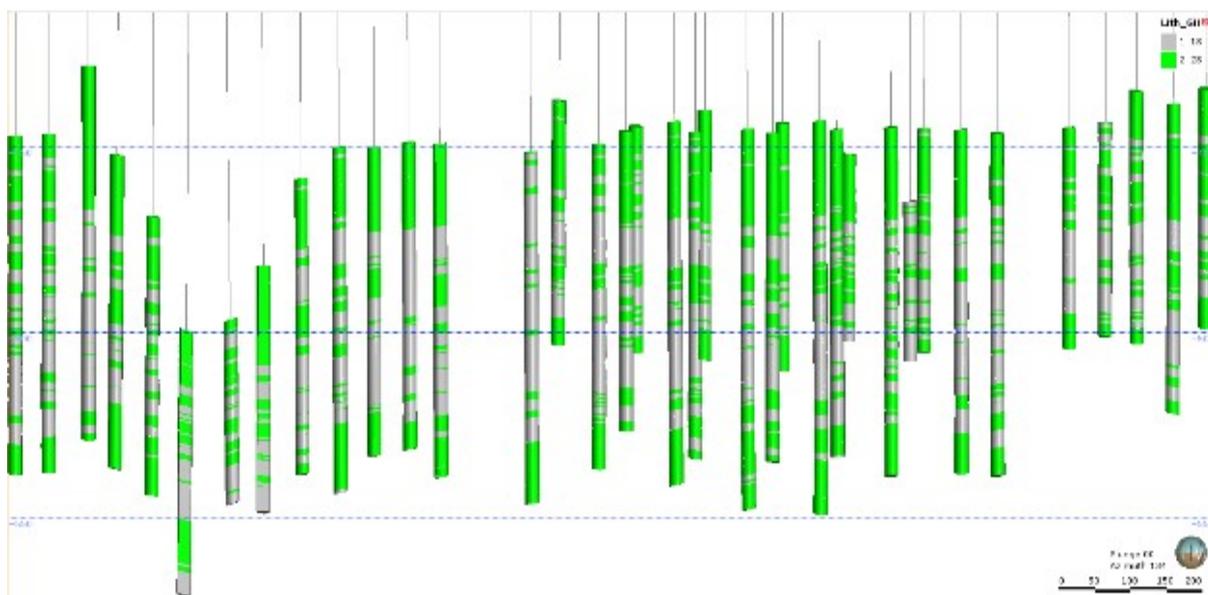


Рисунок 18 – Геологоразведочные скважины с литологической колонкой по типу проницаемости

На основе параметров интерпретаций и коэффициентов анизотропии, была смоделирована цифровая поверхность контактов между проницаемыми и непроницаемыми отложениями. На рисунках 19 – 20 приведена цифровая модель контактов проницаемых и непроницаемых отложений.

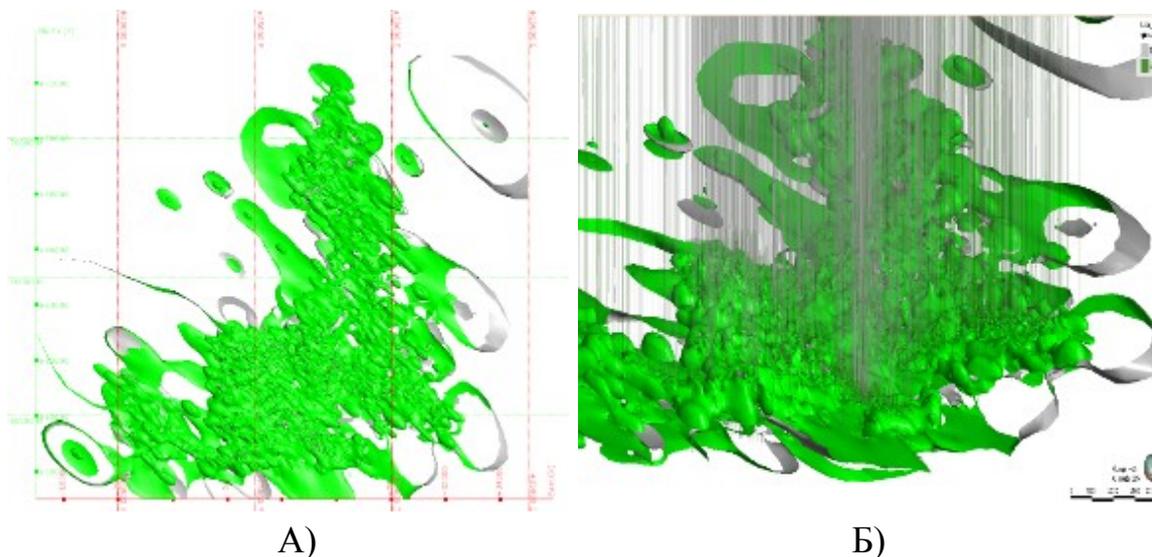


Рисунок 19 – Цифровая поверхность контактов проницаемых и непроницаемых отложений (А – в плане; Б – в тренде)

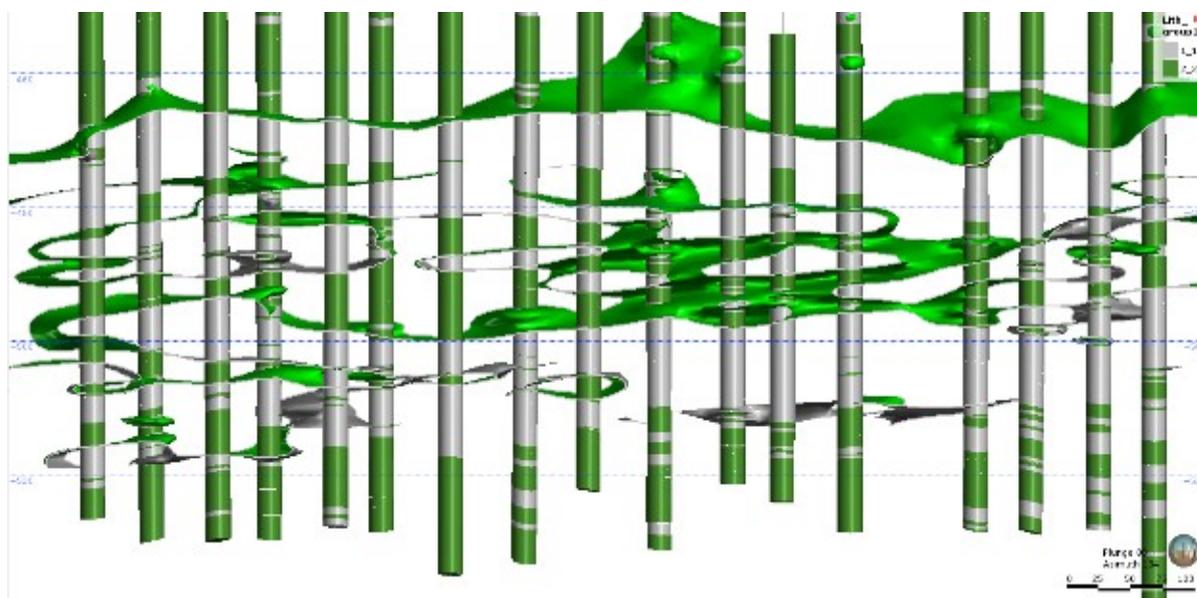


Рисунок 20 – Разрез цифровой поверхности контактов проницаемых и непроницаемых отложений

На основе полученных цифровых поверхностей, была построена трехмерная модель (каркасная модель) проницаемых и непроницаемых

отложений. На рисунках 21 – 22 приведена трехмерная модель проницаемых и непроницаемых отложений.

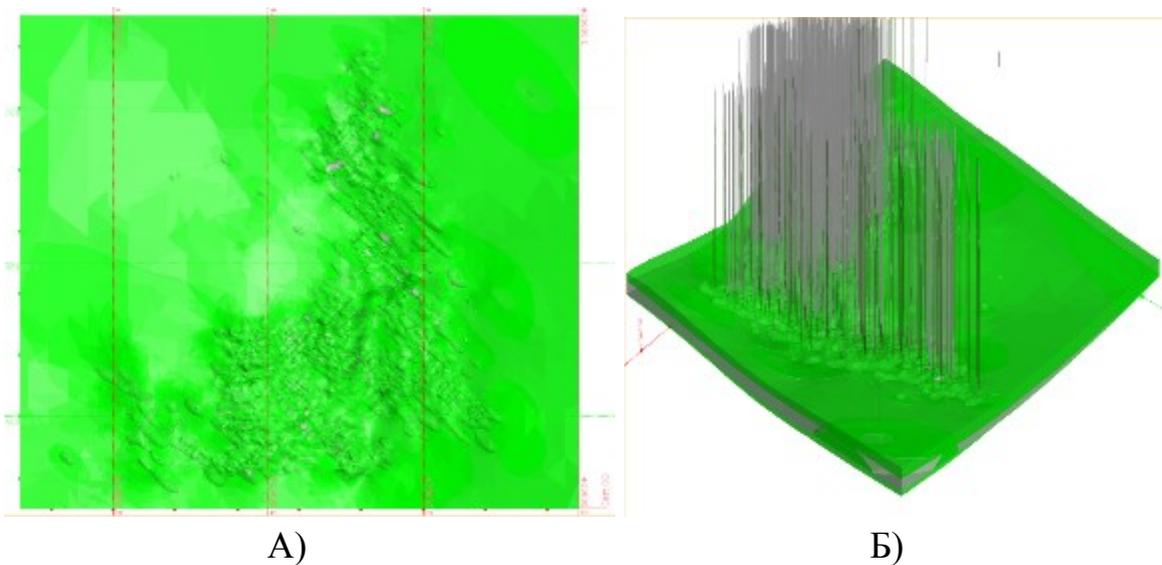


Рисунок 21 – Каркасная модель проницаемых и непроницаемых отложений (А – в плане; Б – в тренде)

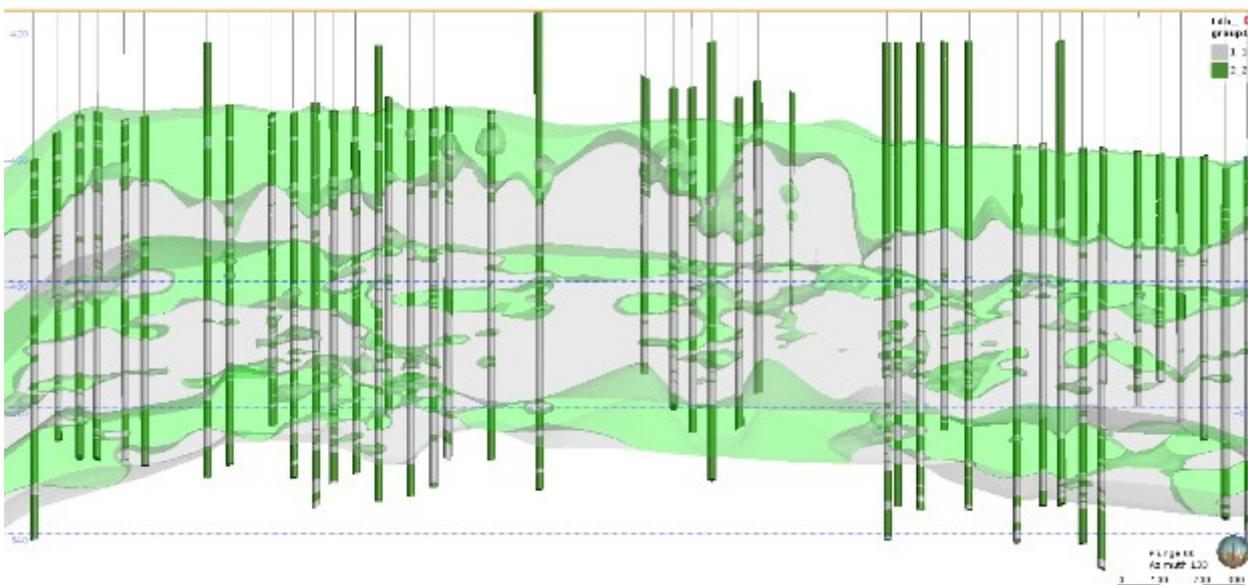


Рисунок 22 – Разрез каркасной модели проницаемых и непроницаемых отложений с геологоразведочной базой данных

Внутри полученной модели по проницаемости будут созданы модели по геохимическому типу и по литологическим разностям.

3.5.3 Каркасное моделирование проницаемых пород по геохимическому типу

Моделирование геохимического типа пород выполняется на основе полученной модели по проницаемости пород. Данные по геохимическому типу использованы с геологоразведочной базы данных, типы данных, и расшифровка кодов приведена в таблице 4 подраздела 3.4.2. На рисунке 23 приведен разрез через геологоразведочную базу данных с геохимическими типами пород.

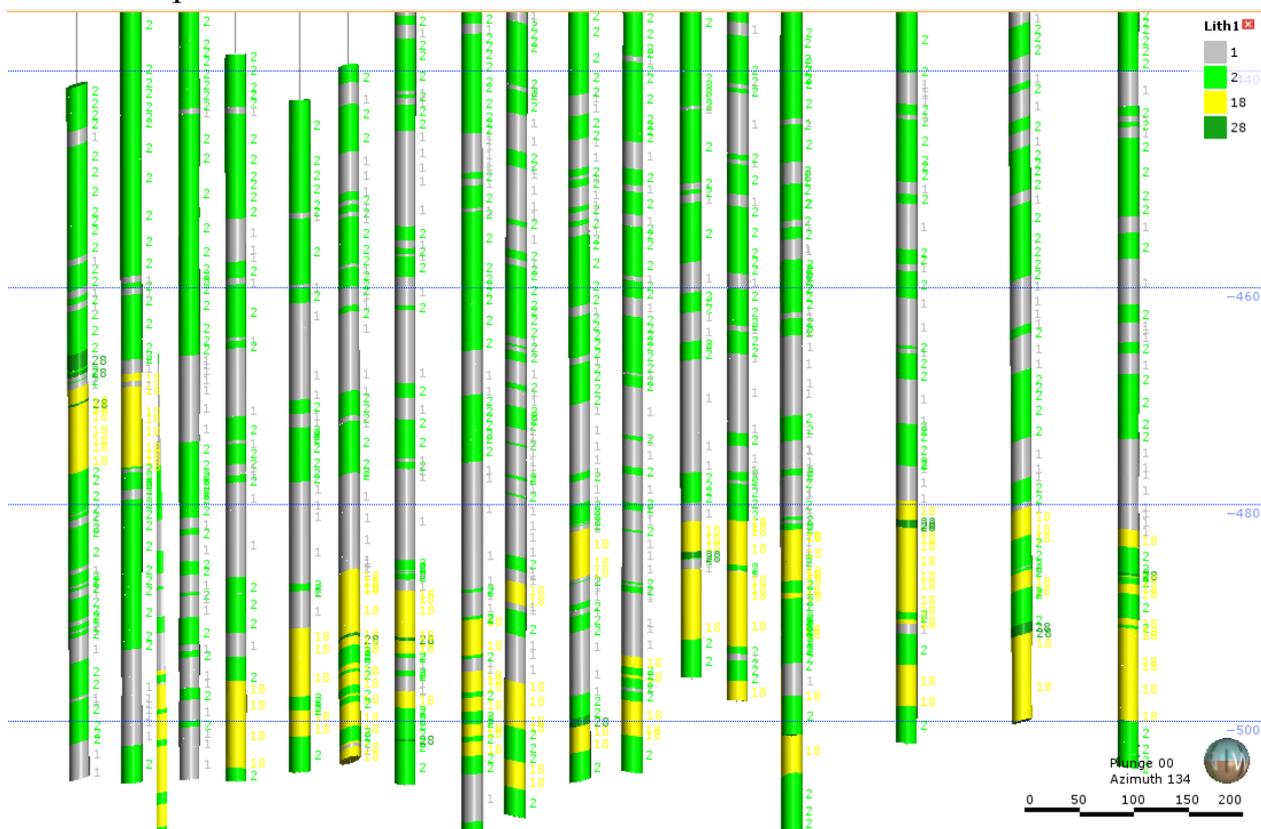


Рисунок 23 - Разрез через геологоразведочную базу данных с геохимическими типами пород

Внутри проницаемой и непроницаемой каркасной модели были созданы цифровые поверхности контактов по геохимическому типу пород (серые/желтые). На рисунке 24 приведена цифровая поверхность контактов отложений по геохимическому типу.

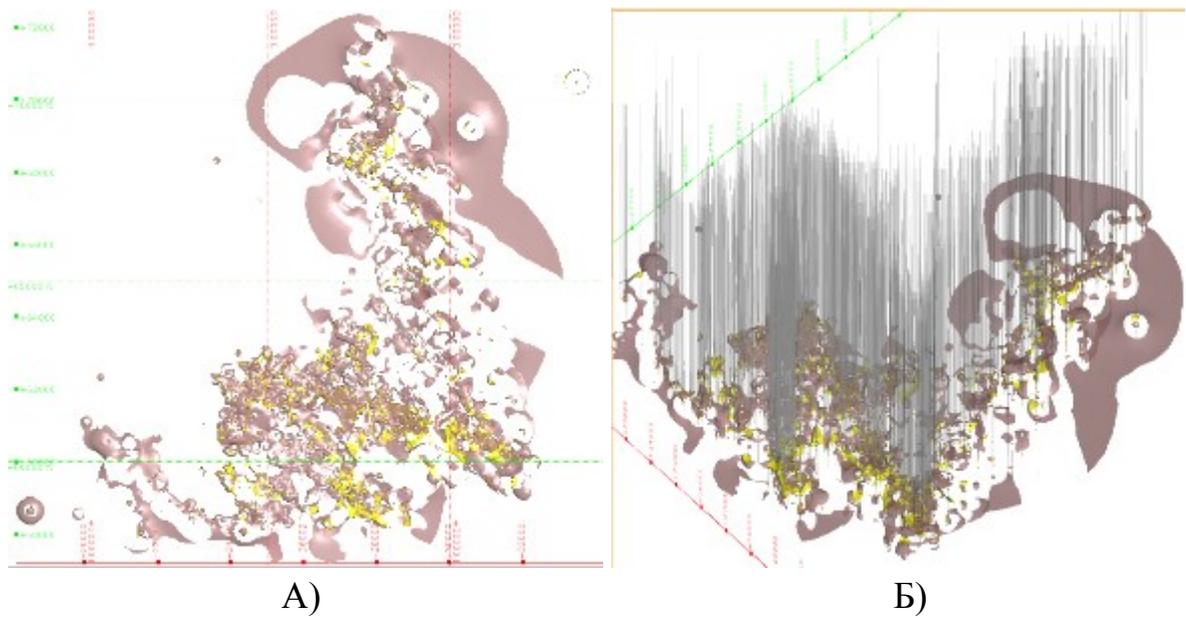


Рисунок 24 – Цифровая поверхность контактов по геохимическому типу пород (А – в плане; Б – в разрезе)

На основе полученной цифровой поверхности контактов, была смоделирована каркасная модель по геохимическому типу пород. На рисунках 25, 26 приведена каркасная модель геохимического типа пород.

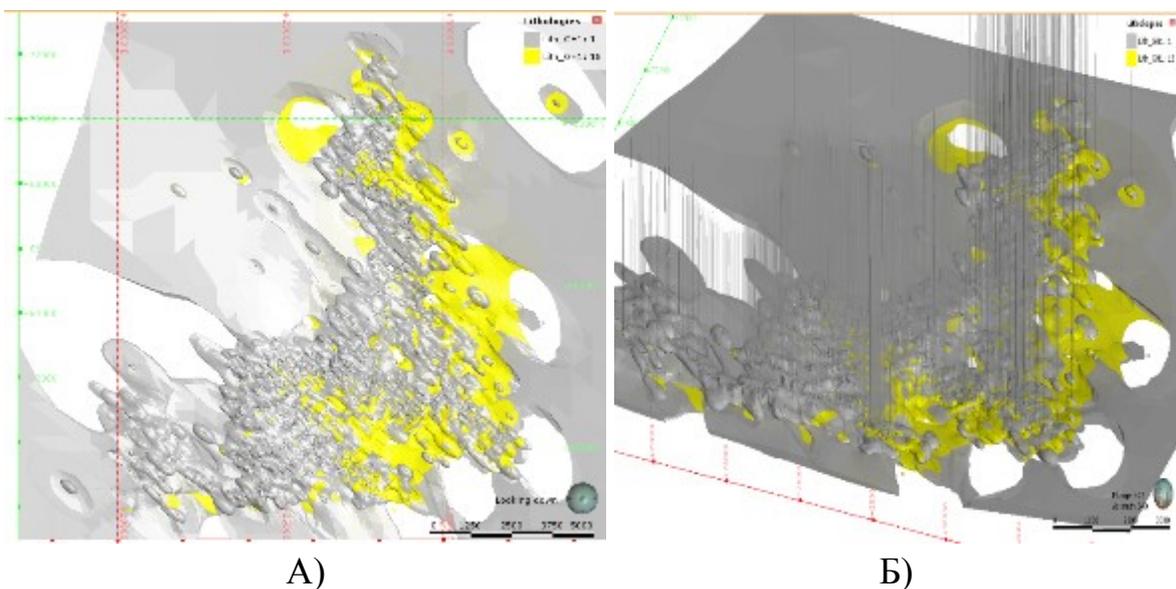


Рисунок 25 – Каркасная модель по геохимическому типу пород (А – в плане; Б – в тренде)

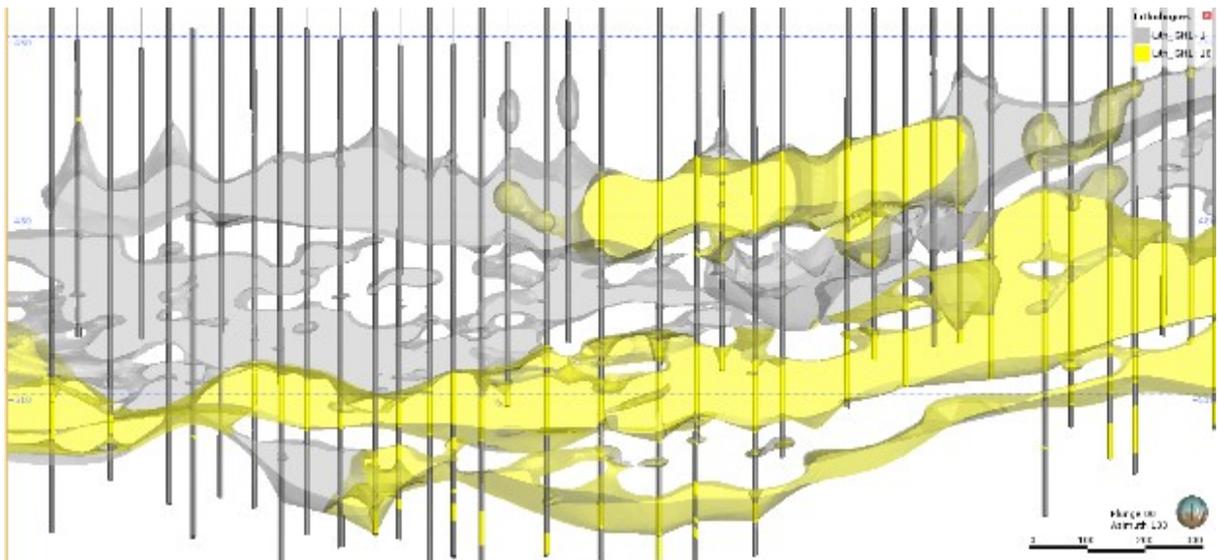


Рисунок 26 – Разрез через каркасную модель по геохимическому типу пород (А – в плане; Б – в тренде)

3.5.4 Каркасное моделирование литологических разностей в проницаемых породах

Каркасная модель литологических разностей проницаемых отложений строится на основе данных из таблицы «DB_expl_lithology» из геологоразведочной базы данных, столбца Lith2. Литологические коды пород были сгруппированы по трем типам: крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые. В таблице 5 приведены сгруппированные коды литологических разностей проницаемых отложений с их расшифровкой.

Таблица 5 - Коды и их расшифровка литологических разностей проницаемых отложений

№ п/п	Наименование объединённых групп литологических разностей	Объединённая группы литологических разностей в БД	Элементы групп
1	Крупнозернистые пески	1	1, 11, 12, 14, 17, 19, 112, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 129, 149, 1217, 1229, 1237, 1239, 1259
2	Среднезернистые пески	3	3, 30, 31, 34, 35, 36, 37, 39, 321, 347, 370, 375, 376, 377, 379

3	Мелкозернистые пески	4	4, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 409, 415, 421, 437, 440, 441, 442, 445, 446, 447, 455, 456, 457, 466, 467, 475, 477, 4217, 4409, 4455, 4475, 4777
---	----------------------	---	--

На рисунке 27 приведена геологоразведочная база данных с градацией по литологическим разностям проницаемых отложений.

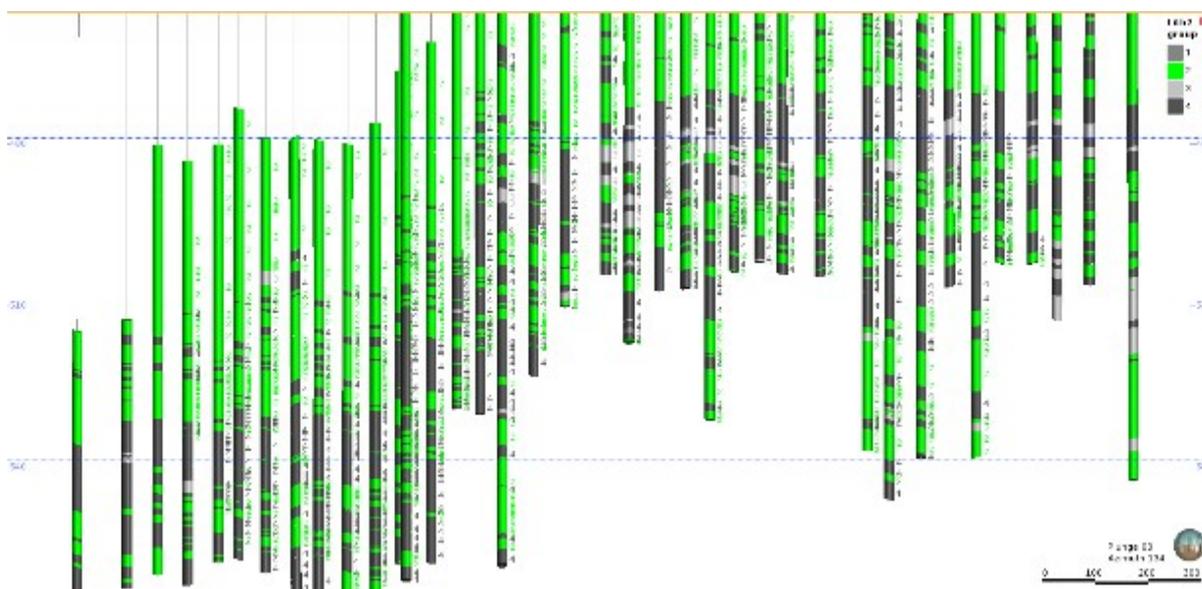


Рисунок 27 – Разрез через геологоразведочную базу данных с градацией по литологическим разностям проницаемых отложений

Модель по литологическим разностям пород строится на основе ранее полученной модели - по типу проницаемости. Литологические разности моделируются только внутри проницаемых пород, т.е. модель по литологическим разностям является детализированной моделью проницаемых пород.

На основе БД строятся цифровые поверхности контактов литологических разностей. Так как в данной модели присутствует три типа пород, строятся две цифровые поверхности контактов. На рисунках 28, 29 приведены цифровые поверхности контактов литологических разностей.

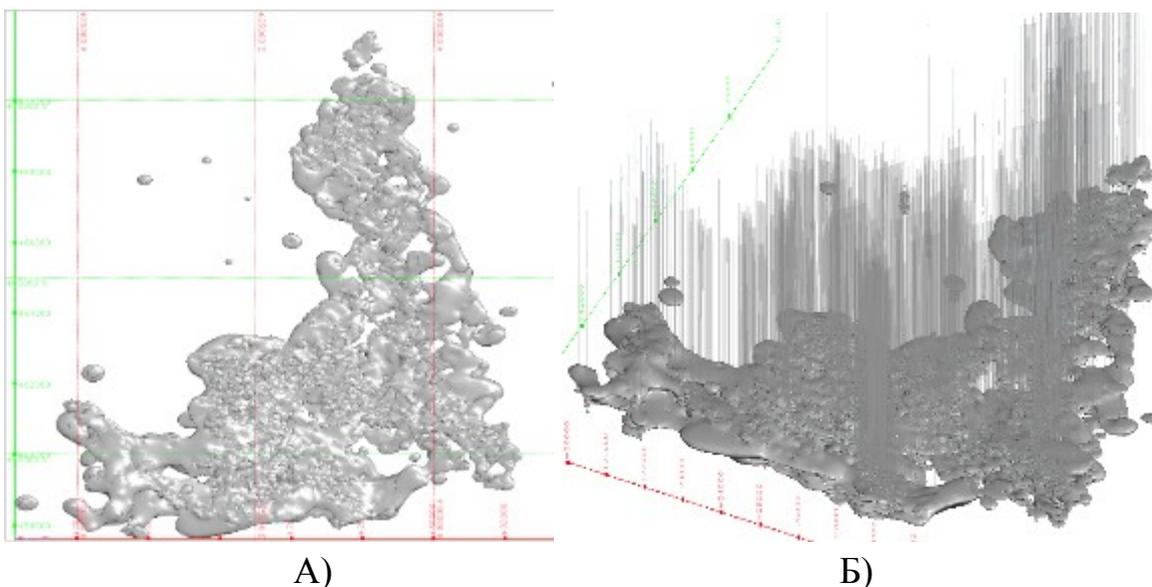


Рисунок 28 – Цифровые поверхности контактов литологических разностей проницаемых отложений (А – в плане; Б – в тренде)

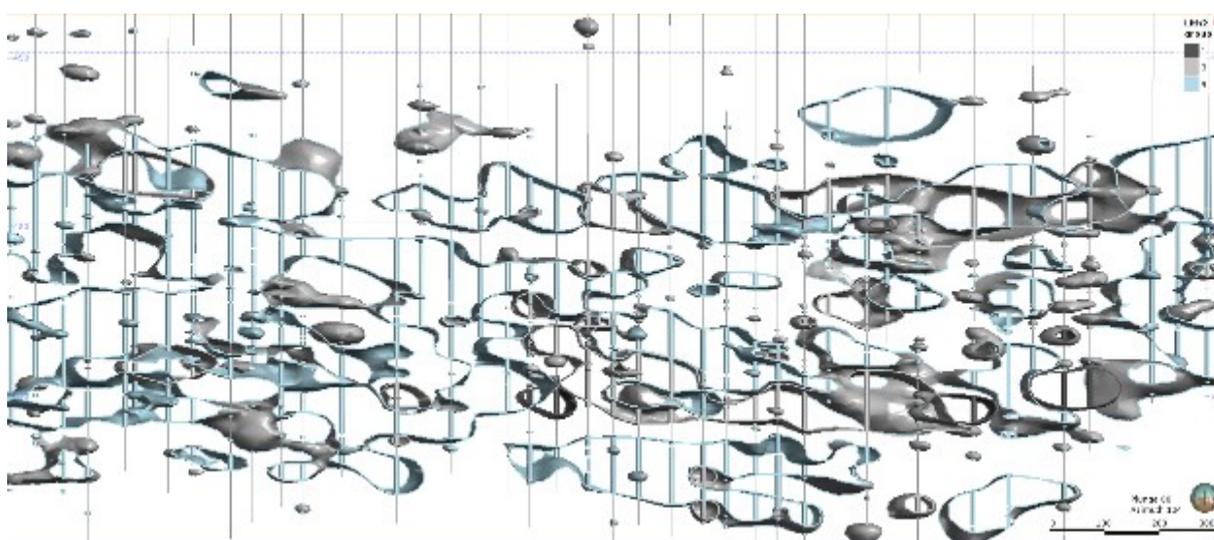


Рисунок 29 – Разрез через геологоразведочную базу и цифровые поверхности контактов литологических разностей проницаемых отложений

На основе полученных цифровых моделей строится каркасная модель литологических разностей проницаемых отложений с использованием параметров интерпретации и коэффициентов анизотропии приведенных в таблице 3 подраздела 3.4.1. На рисунках 30, 31 приведена каркасная модель литологических разностей проницаемых отложений.

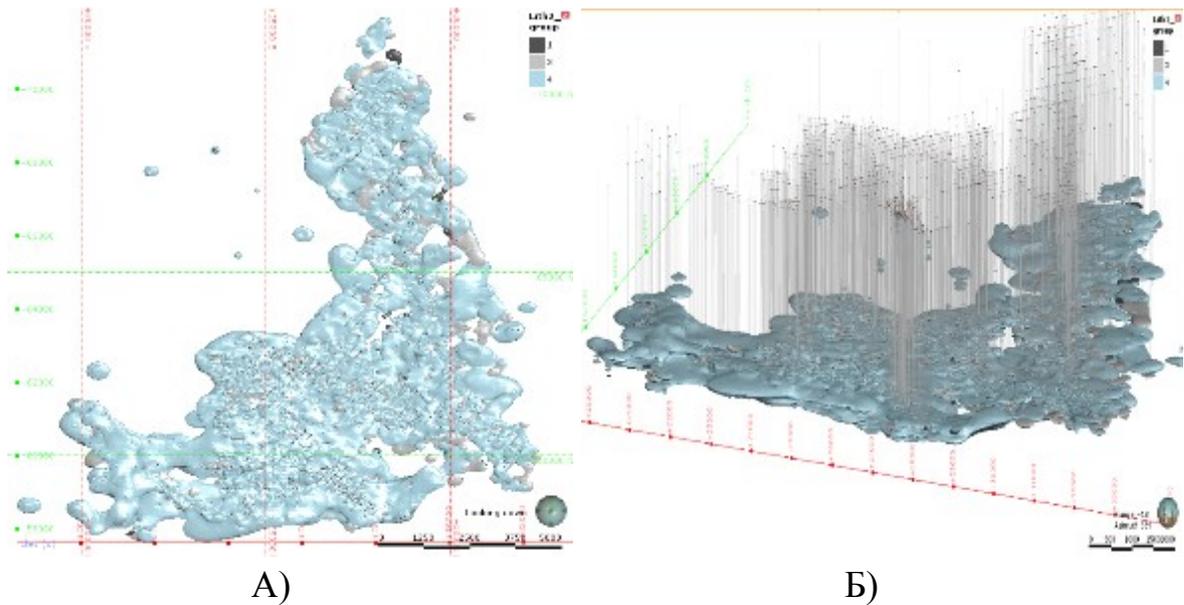


Рисунок 30 – Каркасная модель литологических разностей проницаемых отложений (А – в плане; Б – в тренде)

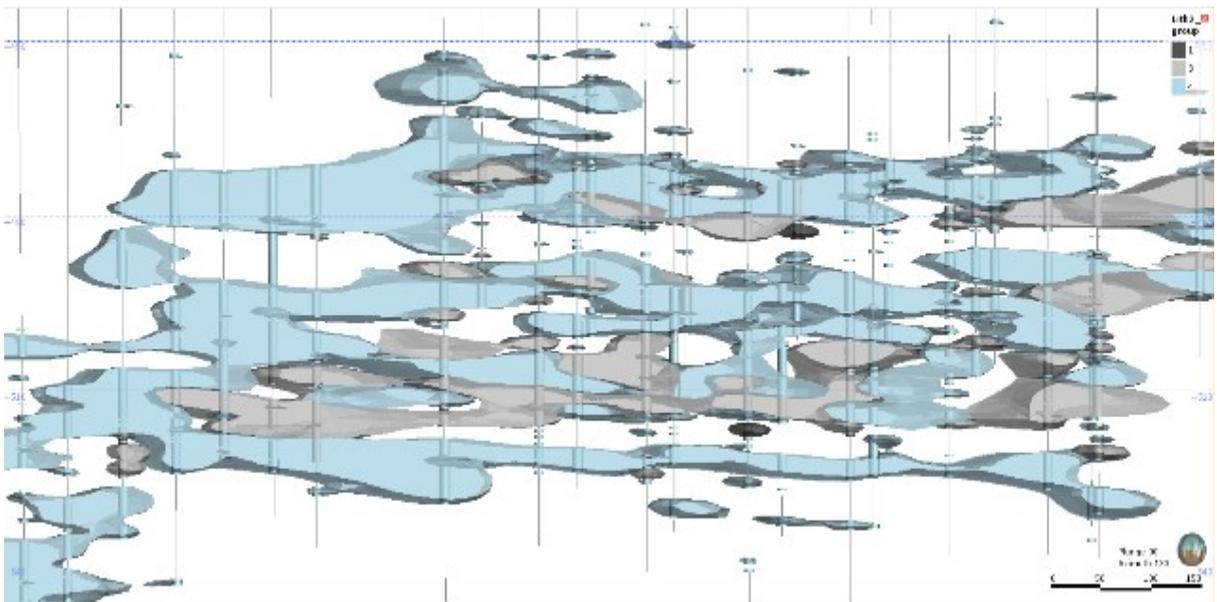


Рисунок 31 – Разрез через геологоразведочную базу и каркасную модель литологических разностей проницаемых отложений

В результате моделирования на основе геологоразведочных данных в каждом горизонте – Маастрихт, Кампан и Сантон, были получены следующие каркасные модели:

- А) Каркасная модель по типу проницаемости:
 - а1) Проницаемые породы – код 1;
 - а2) Непроницаемые породы – код 2;
- Б) Каркасная модель по геохимическому типу пород:
 - б1) Окисленные породы – код 18, 28;

б2) Неокисленные породы – код 1, 2;
В) Каркасная модель по литологическим разностям проницаемых пород:

- в1) Крупнозернистые – код 1;
- в2) Среднезернистые – код 3;
- в3) Мелкозернистые – код 4.

3.6 Моделирование литологической модели по технологическим данным

Принципы и методика моделирования литологической модели по технологическим данным полностью идентична с моделированием по геологоразведочным данным. Важным различием является база данных, параметры интерпретации и коэффициенты анизотропии.

3.6.1 Выбор параметров интерпретации

В таблице 6 приведены параметры интерпретации и коэффициенты анизотропии.

Таблица 6 - Параметры интерпретации и коэффициенты анизотропии

№ п/п	Параметры/коэффициенты	Значения
1	Азимут простирания	40.34
2	Угол падения	0.44
3	Угол залегания	0
4	Радиус поиска по оси X	12
5	Радиус поиска по оси Y	12
6	Радиус поиска по оси Z	1
7	Силл	10
8	Диапазон	250
9	Альфа	3

На рисунке 32 приведена визуализация глобального тренда поиска.

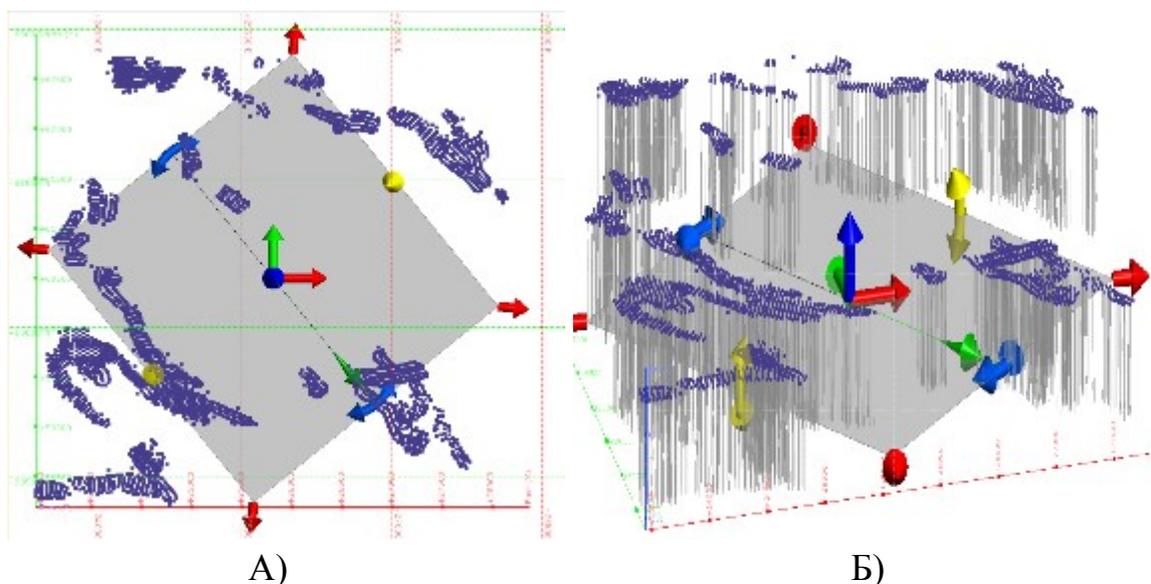


Рисунок 32 – Визуализация глобального тренда поиска технологической модели

3.6.2 Каркасное моделирование проницаемых и непроницаемых пород по технологическим данным

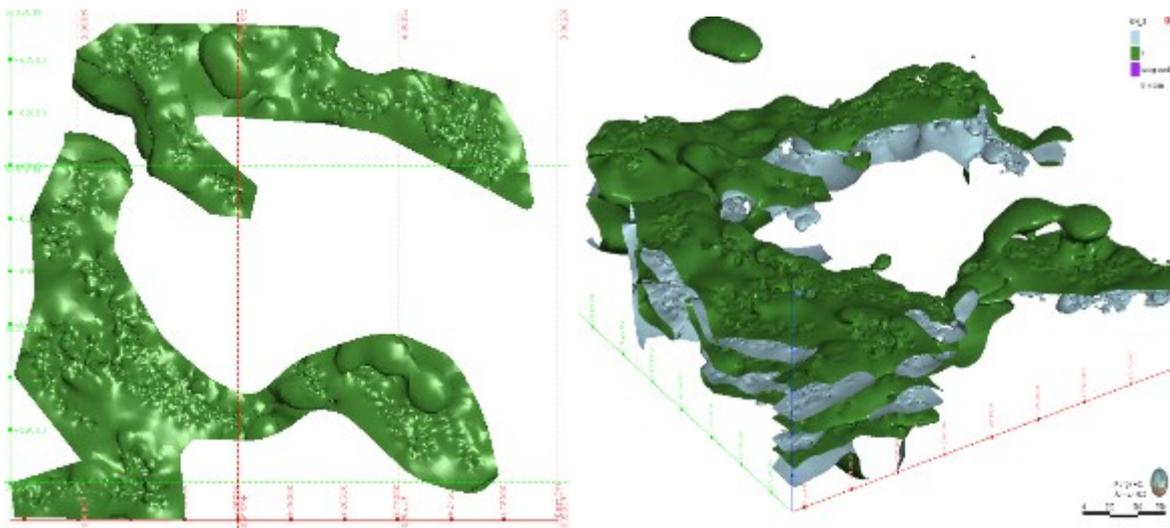
При выделении пород по проницаемости использовались данные таблицы «DB_oper_lithology» из технологической базы данных, столбца Lith1. В таблице 7 приведены литологические коды пород по типу проницаемости.

Таблица 7 - Коды пород по типу проницаемости

№ п/п	Код породы	Описание
1	1	Проницаемые неокисленные (серые) отложения
3	2	Непроницаемые отложения

Методика моделирования литологической модели по типу проницаемости по технологическим данным, полностью совпадает с методикой моделирования по данным геологоразведки, которая описана в подразделе 4.3.2 данного отчета.

Этапы моделирования проницаемых пород по технологическим данным показаны на рисунках 33 – 36.



А)

Б)

Рисунок 33 – Цифровая поверхность контактов проницаемых и непроницаемых отложений по технологическим данным (А – в плане; Б – в тренде)

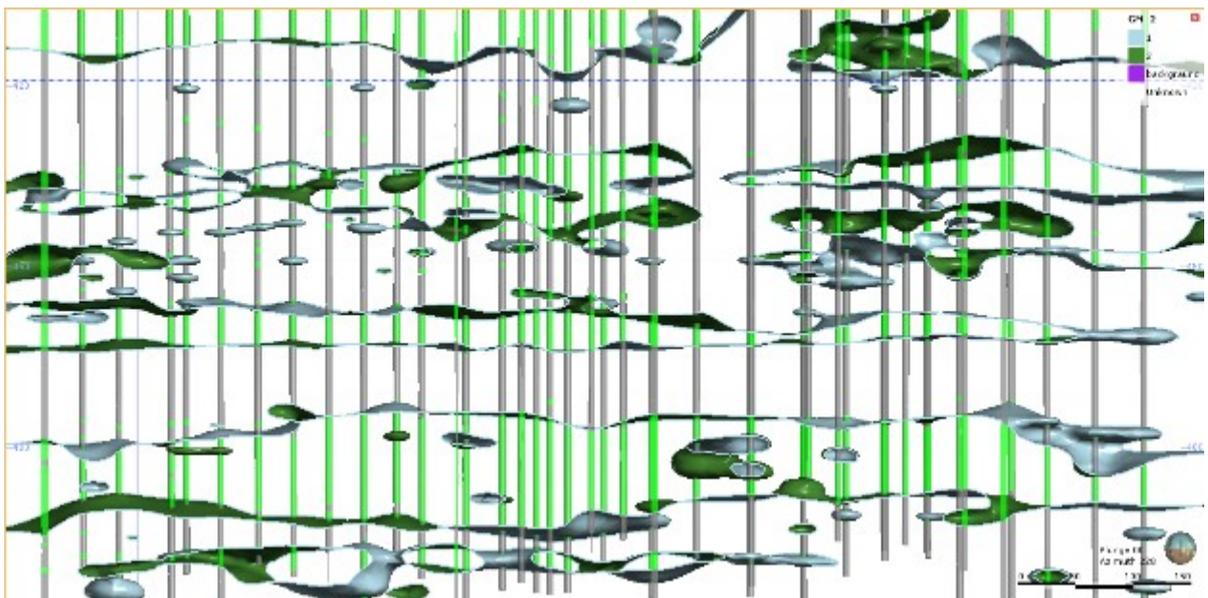
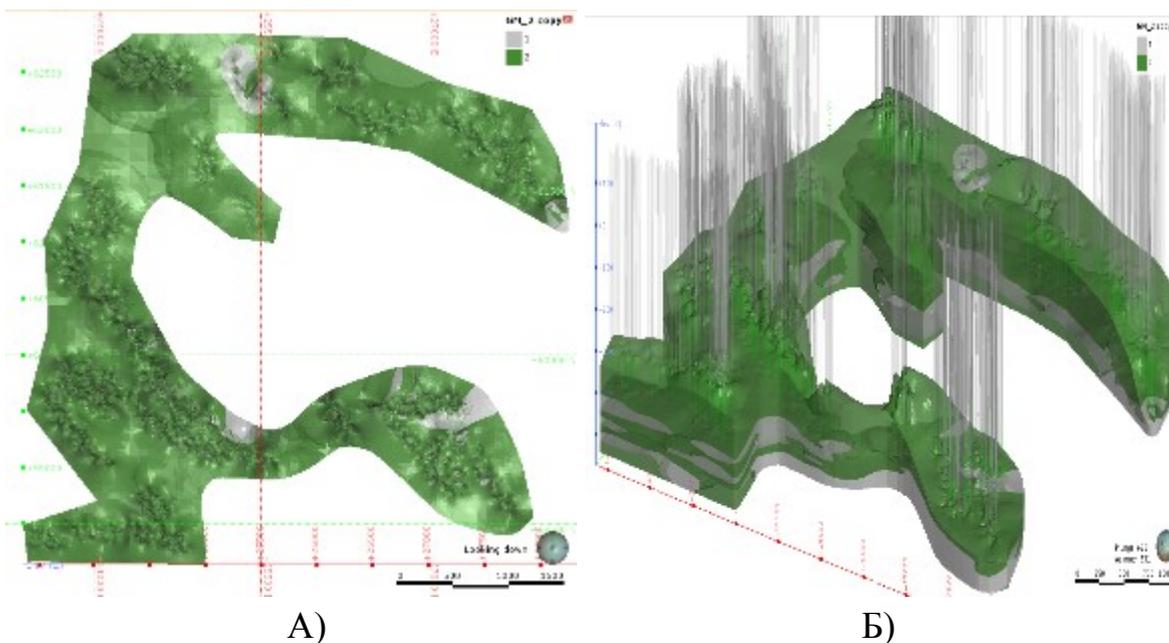


Рисунок 34 – Разрез цифровой поверхности контактов проницаемых и непроницаемых отложений по технологическим данным



А) Б)
 Рисунок 35 – Каркасная модель проницаемых и непроницаемых отложений по технологическим данным (А – в плане; Б – в тренде)

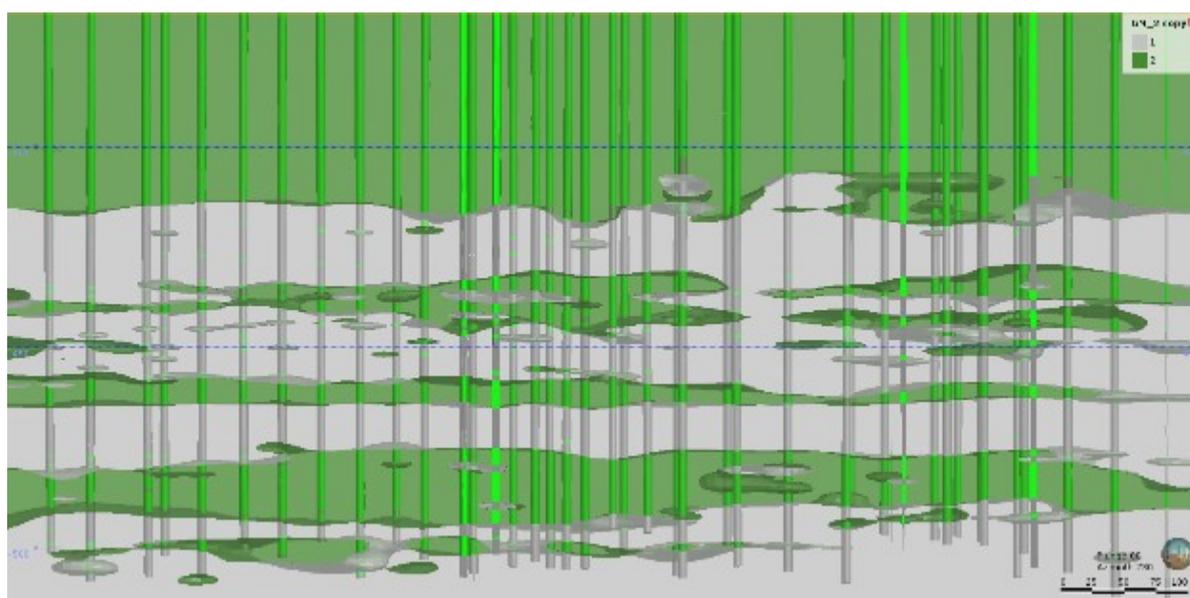
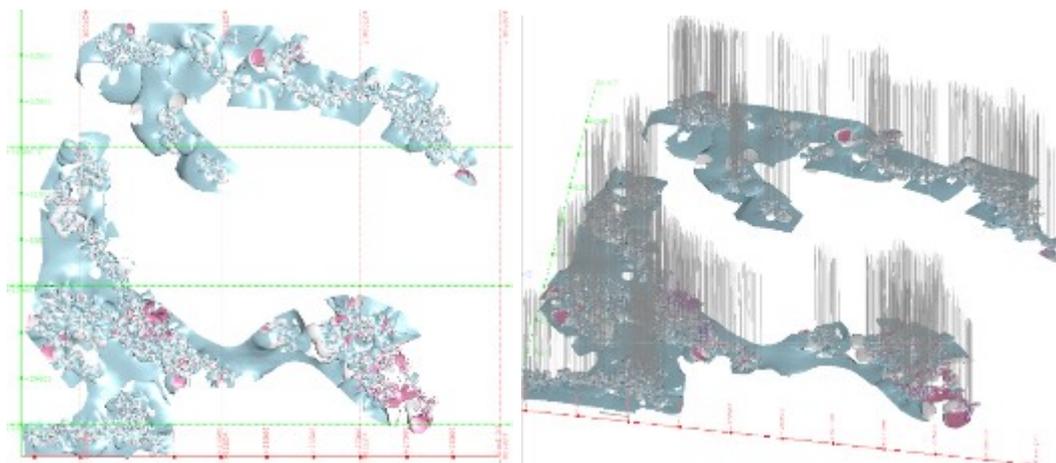


Рисунок 36 – Разрез каркасной модели проницаемых и непроницаемых отложений с технологической базой данных

3.6.3 Каркасное моделирование литологических разностей в проницаемых породах по технологическим данным

Методика моделирования литологических разностей описана в подразделе 3.4.4. На рисунках 37 – 40 приведена модель литологических разностей проницаемых пород.



А)

Б)

Рисунок 37 – Цифровые поверхности контактов литологических разностей проницаемых пород по технологическим данным (А- в плане; Б – в тренде)

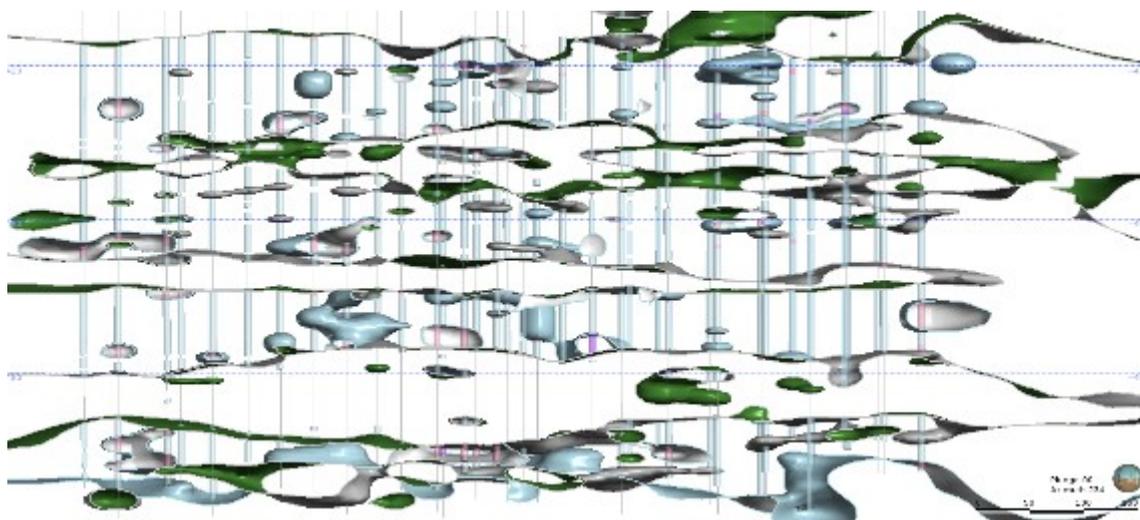
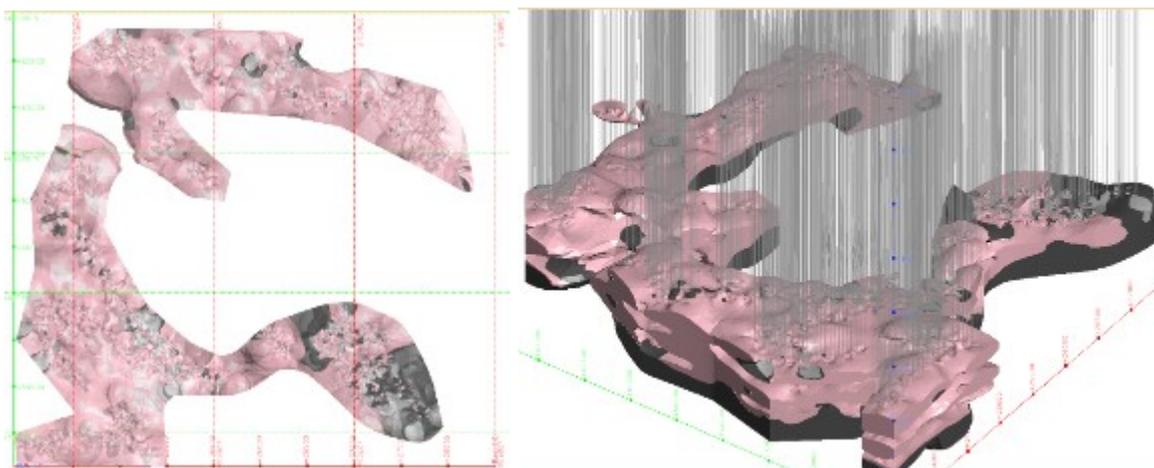


Рисунок 38 – Разрез через цифровые поверхности контактов литологических разностей проницаемых пород



А)

Б)

Рисунок 39– Каркасная модель литологических различий проницаемых пород по технологическим данным (А- в плане; Б – в тренде)

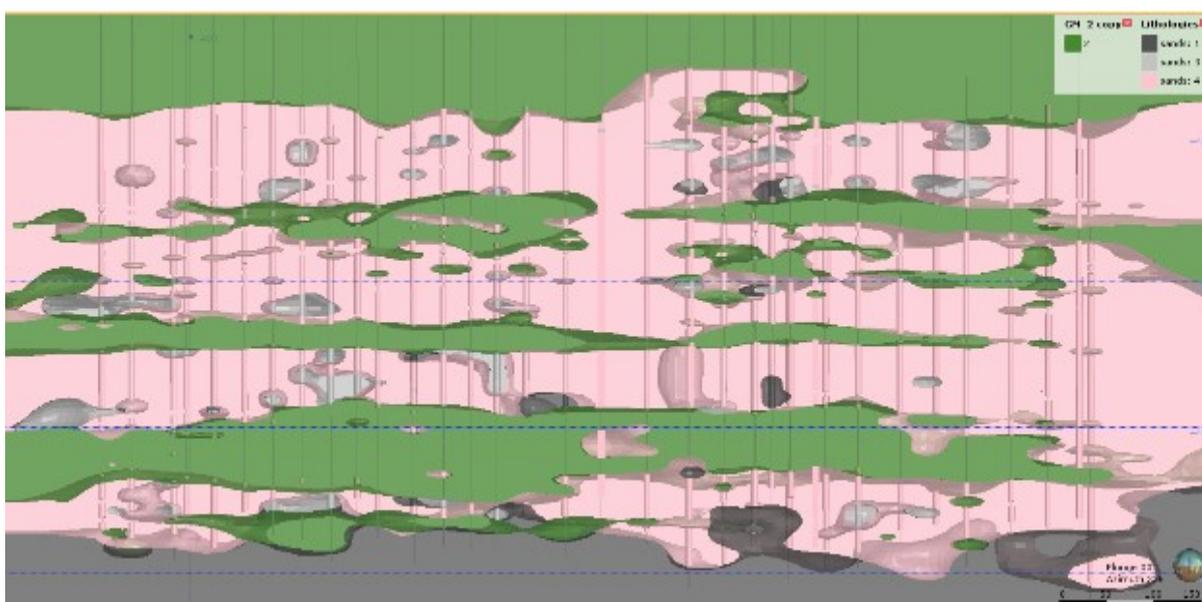


Рисунок 40 – Разрез через каркасную модель литологических различий проницаемых пород по технологическим данным

В результате каркасного моделирования по технологическим данным были получены следующие каркасные модели:

А) Каркасная модель по типу проницаемости:

- а1) Проницаемые породы – код 1;
- а2) Непроницаемые породы – код 2;

Б) Каркасная модель по литологическим различиям проницаемых пород:

- б1) Крупнозернистые – код 1;
- б2) Среднезернистые – код 3;
- б3) Мелкозернистые – код 4.

3.7 Использование результатов трехмерного моделирования

3.7.1 Рекомендации по выделению зон слабой проницаемости и потенциальных зон формирования каналов преимущественного течения растворов

Определение предполагаемых зон формирования каналов преимущественного течения растворов, основано на исследовании движения растворов от закачных скважин по направлению к откачным скважинам. На рисунке 41 показано схематическое предполагаемое движение растворов от закачных скважин к откачным скважинам.

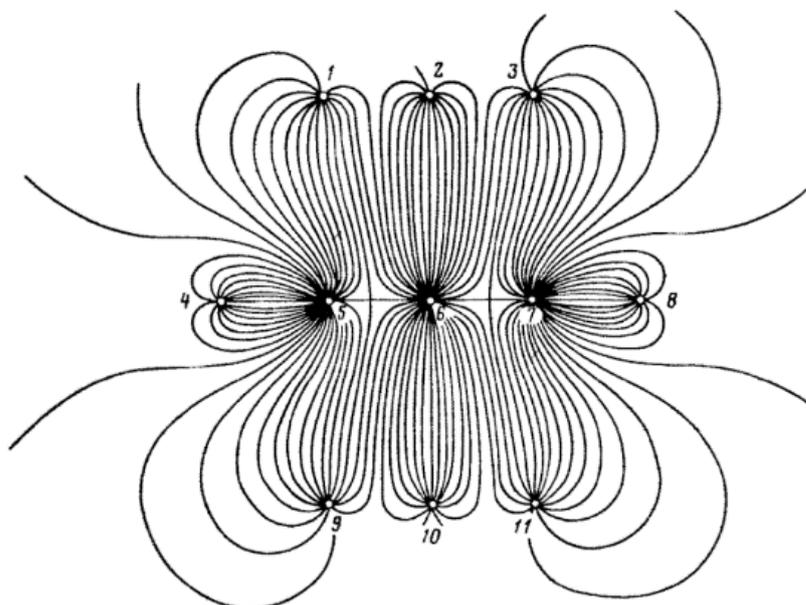


Рисунок 41 – Схема предполагаемого движения растворов от закачных скважин к откачным (скважины 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11 – закачные; 5, 6, 7 – откачные)

Радиус влияния одиночных скважины - это расстояние от скважины, из которой проводится откачка, до границ ее влияния. Зона влияния скважины определяется гидродинамическим полем данной скважины. Для хорошо изученных районов величину радиуса влияния рекомендуется определять опытным путем. В нашем случае из опыта работ, радиус влияния принят - 15 метров.

Для определения предполагаемых зон слабой проницаемости и потенциальных зон формирования каналов преимущественного течения растворов на месторождении Северный Харасан, участка Харасан -1, был использован технологический блок 5-1 Кампанского рудоносного горизонта.

В анализе участвовало 43 технологические скважины, из них откачных 14 скважин, закачных – 29 скважин. На рисунке 42 показан план расположения технологических скважин блока 5-1.

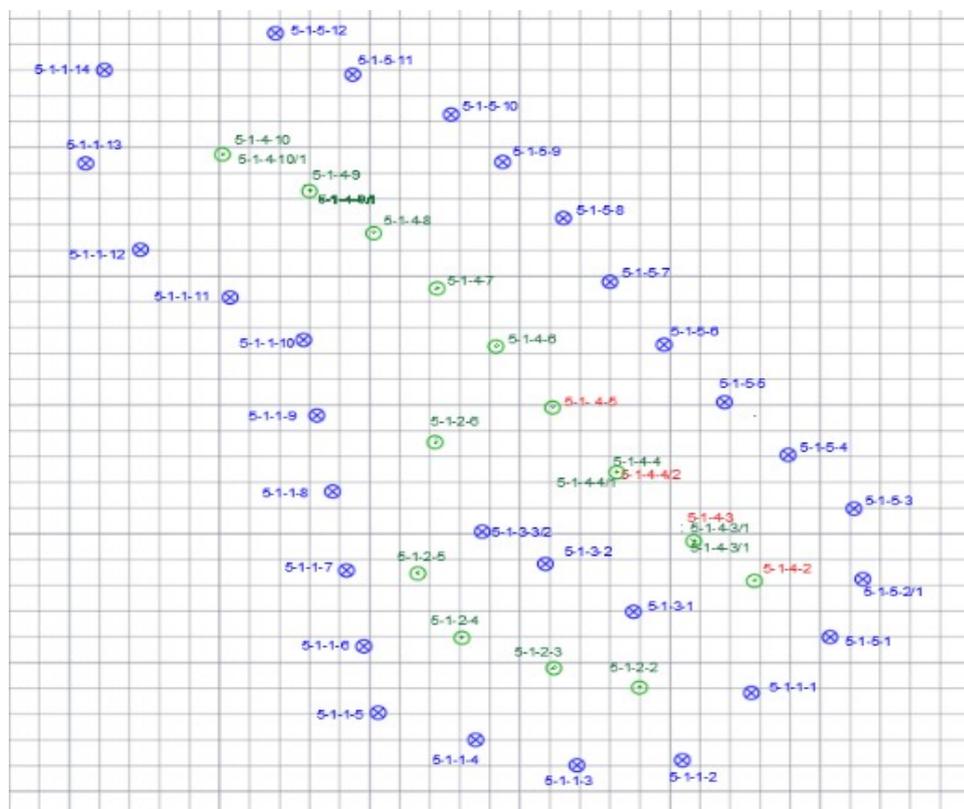


Рисунок 42 – Расположения технологических скважин блока 5-1 (синие скважины – закачные; зеленые - откачные)

Для определения предполагаемых зон формирования каналов преимущественного течения растворов, были использованы радиусы влияний откачных и закачных скважин по направлению движения растворов от закачных к откачным. На рисунке 43 приведены предполагаемые зоны формирования каналов преимущественного течения растворов.

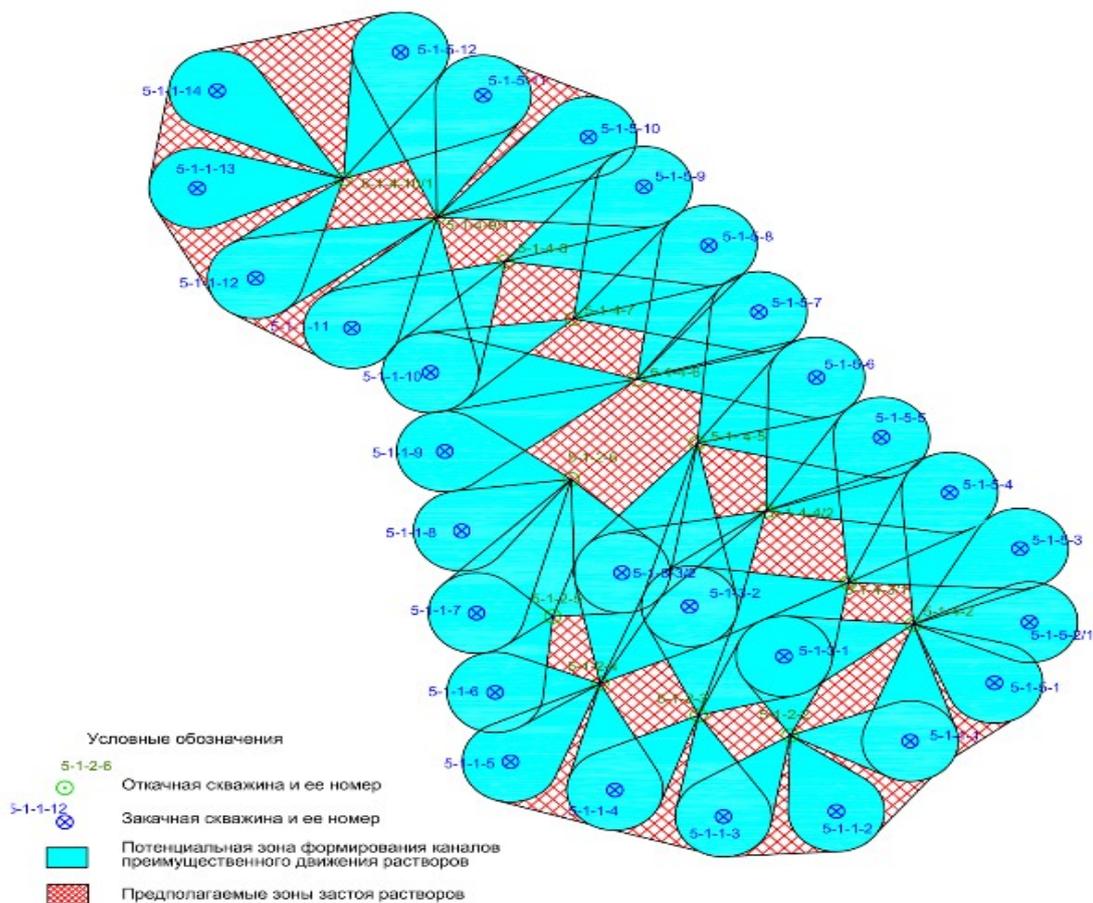


Рисунок 43 - Предполагаемые зоны формирования каналов преимущественного течения растворов

Из рисунка видно, что предполагаемые зоны формирования каналов преимущественного течения растворов не заполняют всю площадь технологического блока. На плане видно, что появляются зоны, не подвергающиеся влиянию откачных и закачных скважин, данные площади можно назвать – предполагаемыми зонами застоя.

Полученные материалы по предполагаемым застойным зонам и предполагаемым каналам преимущественного движения растворов, были сопоставлены с ресурсной блочной моделью (рисунок 44).



Рисунок 44 – Ресурсная блочная модель с предполагаемыми застойными зонами и преимущественного движения растворов

Используя контур технологического блока и контура предполагаемых застойных зон, как «ограничитель», из ресурсной блочной модели была выведена справка по объемам и средним содержаниям руды. Полученные объемы были сопоставлены и приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Объемы и средние содержания руды в контуре технологического блока 5-1

	Масса ГРМ, тыс. т	Ср. сод., %	Количество металла, т
Всего в Блоке 5-1	390,5	0.109	95,9
Предполагаемая «зона застоя»	89,4	0.126	24,9
Процент объемов в «застойной зоне»	22.9	-	26

При определении предполагаемых каналов преимущественного движения растворов, принималось за исправную работу всех технологических скважин анализирующего технологического блока, кроме

Как известно из многолетнего опыта в процессе проектирования ежегодных планов горных работ, самым трудоемким и затратным по времени является обработка геологической информации и подготовка графических материалов, являющихся основой для подготовки проекта вскрытия проектных эксплуатационных блоков месторождений полезных ископаемых. Это в первую очередь, интерпретация и обобщение всех материалов буровых, геофизических и лабораторных работ, а также построение геологических разрезов. С помощью цифровой трехмерной моделью рудных горизонтов можно в кратчайшие сроки обработать большой пласт геологической информации и выдать геологический разрез со всеми данными измерений, построение скважин, посадка проектных интервалов фильтров, определение глубины забоя скважины (проектная глубина скважины). На рисунке 46 приведен проектный блок №111 с рекомендуемыми проектными интервалами фильтров и глубины проектного забоя скважины из трехмерной модели рудоносных горизонтов.

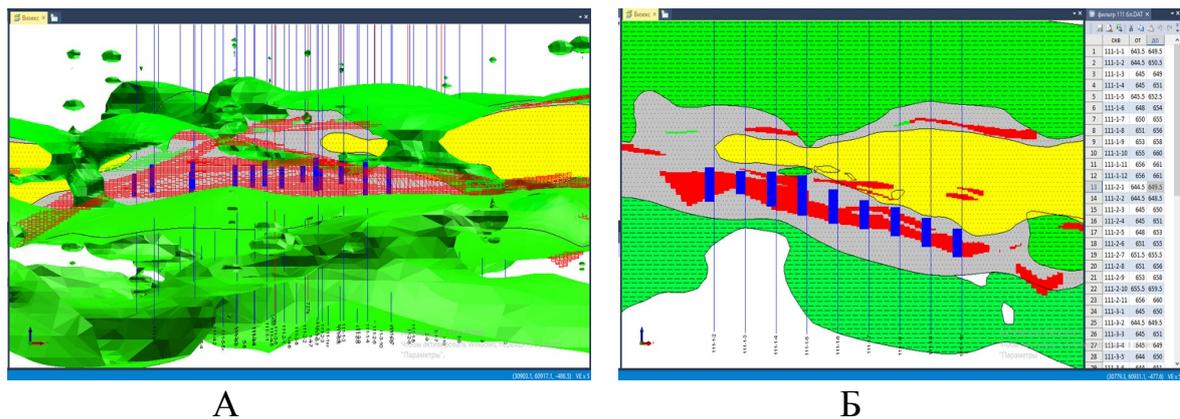


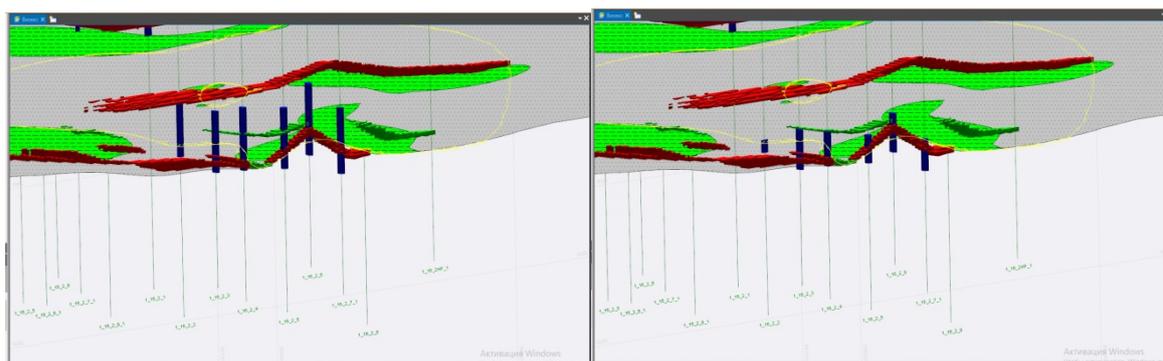
Рисунок 46 – Посадка проектных фильтров с помощью трехмерной модели в технологическом блоке 111, с цветовой градацией по литологическим разностям проницаемых и непроницаемых пород (А – 3Д модель; Б – в разрезе)

3.7.3 Анализ и выявления ошибки посадки фильтровых колон проблемных блоков

Одним из основных этапов в добыче урана является проектирование и сооружение геотехнологических скважин в соответствии по регламенту сооружение и освоения технологических скважин и правильности посадки фильтров с учетом гидродинамики технологических растворов в продуктивном пласте. Практика эксплуатации систем геотехнологических скважин при эксплуатации месторождений урана способом ПСВ

показывает, что с течением времени наблюдается снижение их содержания урана в продуктивных растворах. Одной из основных причин снижения содержания урана в продуктивных растворах технологических скважин является не корректная посадка фильтров, за счет увеличения длины фильтра с охватом пустых без рудных интервалов, которые коэффициент фильтраций больше чем рудный интервал. С помощью цифровой трехмерной модели рудных горизонтов можно анализировать и выявлять ошибки сооруженных технологических блоков кратчайшие сроки, обработать всю геологическую информацию и выдать информацию по решению данной проблемы. На рисунке 47 приведен разрез технологического блок №1-16 с фактическими интервалами фильтров которые охвачены пустые без рудные интервалы (А) и рекомендованный интервал с перекрытием верхних частей фильтровых колонн.

По результатам данной работы можно повышать коэффициент извлечения урана из недр и уменьшить срок отработки технологического блока за счет снижения разубоживание и увеличение содержания урана в продуктивных растворах технологических скважин.



А

Б

Рисунок 47 – Фактические положений фильтровых колонн блока №1-16 (А) и рекомендованный интервал перекрытия верхней части фильтровых колонн (Б)

3.8 Оценка технико-экономической эффективности

Экономический эффект от внедрения средств цифровизации может быть лишь косвенным, так как внедренный цифровой модель не является прямым источником дохода, а является либо вспомогательным средством организации получения прибыли, либо помогают минимизировать затраты.

В таких случаях рекомендуются косвенные показатели, которые могут отражать соответствующий вклад. В рисунке 48 приведена простая пирамида для отображения отношений пропорциональности, взаимосвязи процессов. Категории материальных и нематериальных выгод,

соответствующие драйверы, области влияния и рекомендуемые ключевые процессы для оценки их эффективности.



Рисунок 48. Пирамида отображения эффектов от моделирования

По результатам проведенной работы по определению предполагаемых застойных зон анализирующего технологического блока 5-1, позволяют сделать вывод, что 26% (24,9т) от всего запаса урана технологического блока локализованного на предполагаемой застойной зоне можно отработать без потерь и повысить коэффициент извлечения из недр и уменьшить срока отработки технологического блока. В таблице 9 показаны результаты расчетных показателей экономической эффективности с учетом себестоимости ГП на 2019 год.

Добыча/ГП, кг (с учетом потери 10%) – 22410 кг

Расходы на бурение дополнительных скважин (4 скв) – 40,000 тыс. тг.

Цена реализаций ГП, тенге за кг U – 23937 тг.

Себестоимость, тенге за кг U – 12139 тг.

Доход от реализаций, тыс. тг – $22410 \times 23937 = 536,428$ тыс. тг.

Общая себестоимость, тенге за кг U - $22410 \times 12139 = 272,034$ тыс. тг.

Чистый доход, тыс. тг - $536,428 - (272,034 + 40,000) = 224,394$ тыс. тг.

Таблица 9 - Расчет экономической эффективности

*с учетом потери 10%

Добыча/ ГП, кг	Цена реализаций ГП, тенге за кг U	Себе- стоимость, тенге за кг U	Доход от реализаци й, тыс. тг	Себе- стоимость + расходы на бурение, тенге за кг U	Чистый доход, тыс. тг
1	2	3	4	5	6
			1×2	1×3	4-5
22410*	23937	12139	536,428	312,034	224,394

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе впервые была сформирована трехмерная модель рудных горизонтов месторождения Северный Харасан, участка Харасан-1 с использованием геологоразведочных и технологических данных,

построенная на представительном фактическом материале, накопленном на сегодняшний день. В результате моделирования были получены следующие результаты:

1. Трехмерные модели по геологоразведочным данным:

- Модель проницаемых и непроницаемых отложений;
- Модель проницаемых пород по геохимическому типу;
- Модель литологических разностей проницаемых пород;

2. Трехмерные модели по технологическим данным:

- Модель проницаемых и непроницаемых пород;
- Модель литологических разностей проницаемых пород;

3. Применение трехмерной модели в процессе работы.

Полученные каркасные модели в программном обеспечении Leapfrog Geo были конвертированы в программную среду Micromine.

Полученная трехмерная модель рудных горизонтов позволила уточнить строение месторождения, также модель проницаемости пород позволила выделить локализацию проницаемых и не проницаемых отложений. Проведено выделение пород по геохимическому типу. Проницаемые отложения согласно геологоразведочным и технологическим данным были разделены по литологическим разностям, что в дальнейшем при работе с моделью позволит судить о степени проницаемости пород в рудоносных зонах.

Разработка рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов. Результаты работ могут быть использованы:

- при разработке проектов технологических скважин, с выдачей информации об интервале расположения фильтров и проектной глубины скважин;
- выявлять предполагаемых слабо дренируемых застойных зон в пределах рудной залежей технологических блоков;
- анализировать посаженных фильтровых колонн технологических скважин проблемных блоков;

В дальнейшем, с целью определения застойных зон технологических блоков предполагает проведение опыта, в результате которого возможно выработать методику проработки застойных зон в период выщелачивания технологического блока, что в свою очередь позволит более эффективно отрабатывать запасы, повышая процент извлечения из недр.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Вершков А.Ф., Дробов С., Арустамов А.А. и др. Отчет о результатах разведки центрального участка Харасан-1 уранового месторождения Северный Харасан с подсчетом запасов и ресурсов урана по состоянию на 01.01.2015 г. (на русском языке). Алматы, Волковгеология, 2015.
- 2 Язиков В.Г. Особенности изучения геотехнологических свойств руд и геотехнологических условий урановых месторождений гидрогенного типа, проектирование комплекса работ при подземном скважинном выщелачивании металлов. Издательство Томского политехнического университета, 2014.
- 3 Пантелеев В.А., Демехов Ю.В., Гольдштайн Е.Р. и др. Отчет о результатах предварительной разведки центрального участка уранового месторождения Северный Харасан и его оценки его флангов с подсчетом запасов и ресурсов урана и попутных компонентов по состоянию на 01.01.1991. Ташкент, Краснохолмскгеология, 1992.
- 4 Технический отчет по стандарту NI43-101 «Оценка минеральных ресурсов участка Харасан-1 месторождения Северный Харасан в Кызылординской области Республики Казахстан» Алматы-Перт-Лондон, 2016г.
- 5 Инструкция по структурному моделированию в LeapFrog Geo для версии LeapFrog Geo 4.0.
- 6 АО НАК «Казатомпром» Годовой отчет/2018 «Выполняя обещания. Создавая стоимость» Астана, 2019.
- 7 АО НАК «Казатомпром». Инструкция (методические рекомендации) по подземному скважинному выщелачиванию урана. Алматы, 2006.
- 8 Калмаганбетов Е.З. Техничко-экономическое обоснование по месторождениям Харасан-1 и Северный Харасан: Доклад, представленный ТОО "Кызылкум" в Комитет геологии и недропользования Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан, Алматы, 2010.
- 9 Учебное пособие. Геотехнология урана. Алматы, 2017.
- 10 Язиков В.Г., Забазнов В.Л., Петров Н.Н., Рогов Е.И., Рогов А.Е. Геотехнология урана на месторождениях Казахстана. Алматы: «Эверо», 2001.
- 11 Справочник по геотехнологии урана. М.: Энергоатомиздат, 1997.
- 12 Добыча урана методом подземного выщелачивания /Под редакцией Мамилова В.А. М.: Атомиздат, 1980.
- 13 Толстов Е. А. Физико-химические геотехнологии освоения месторождений урана и золота в Кызылкумском регионе. М.: Изд. Московского государственного университета, 1999.

Перечень принятых сокращений, терминов

ПСВ – подземное скважинное выщелачивание

РБФ – радиальная базисная функция

ГИС – геоинформационная система

ЗПО – зона пластового окисления

КРР – коэффициент радиоактивного равновесия

БД – база данных

РБФ – радиальная базисная функция

ГП – готовый продукт

**ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР - ҚР ЭКОНОМИКАСЫНЫҢ КЕН-БАЙЫТУ
ЖӘНЕ МҰНАЙ-ГАЗ СЕКТОРЛАРЫНЫҢ НЕГІЗГІ ЖӘНЕ ҚОЛДАНБАЛЫ
МІСЕЛЕЛЕРІН ТАБЫСТЫ ШЕШУДІҢ КІЛТІ**

СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫНЫҢ

ЕҢБЕКТЕРІ

I Том

ТРУДЫ

САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – КЛЮЧ К УСПЕШНОМУ РЕШЕНИЮ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ В РУДНОМ И НЕФТЕГАЗОВОМ
СЕКТОРАХ ЭКОНОМИКИ РК**

Том I

PROCEEDINGS

SATPAYEV'S READINGS

**INNOVATIVE TECHNOLOGIES ARE THE KEY TO SUCCESSFUL SOLVING
FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS IN THE ORE AND OIL AND GAS
SECTORS OF THE ECONOMY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

I volume

УДК 001 (063)
ББК 72
И 66

- Оргкомитет:
Кенжалиев Б.К. – Проректор по науке, **председатель**;
- Жолтаев Г.Ж.** – Директор ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева»; **заместитель председателя**;
- Сыздыков А.Х.** – Директор Института геологии и нефтегазового дела, **заместитель председателя**;
- Бекботаева А.А.** – Заведующий кафедрой «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», **ответственный исполнитель**;
- Нусупова А.Б.** – Ученый секретарь ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева», **ответственный исполнитель**;
- Туйебахова З.К.** – Директор Института химических и биологических технологий;
- Саренова А.С.** – Директор Института базового образования;
- Умаров Т.Ф.** – Директор Института информационных и телекоммуникационных технологий;
- Омарбеков Б.О.** – Директор Института промышленной инженерии;
- Салькова Л.Н.** – Директор Института управления проектами;
- Узбаева Б.Ж.** – Директор Научной библиотеки;
- Сейтжанов Ш.** – Председатель Совета молодых ученых ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева»;
- Нигматова С.А.** – Руководитель лаборатории ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева»;
- Окашева Ш.К.** – Руководитель Центра исторического наследия Департамент по студентским вопросам;
- Машрапова М.А.** – Руководитель группы ГИС-технологии ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева», **секретарь конференции**;
- Баудагулова Г.Т.** – Специалист минералогического музея кафедры ГСПиРМПИ, **секретарь конференции**;

«Инновационные технологии – ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК»: сборнике представлены материалы конференции Сатпаевские чтения.

И66 – Алматы: КазНУТ имени Сатпаева, 2019. – 1486 с.
ISBN 978-601-323-145-7

В современном мире цифровые технологии играют все более важную роль в развитии стран, в том числе таких ключевых сфер как инженерия, строительство, высокие технологии, машиностроение и образование.

ISBN 978-601-323-145-7

УДК 001 (063)
ББК 72
И 66

© Казахский национальный
исследовательский технический
университет имени К.И.Сатпаева

Литературы:

1. Отчет о «Результатах геологоразведочных работ на месторождении Заречное за период 1977 – 1991 годы с подсчетом запасов урана по состоянию на 01 января 2002 г.». - С.4-5.
2. Отчет ТОО «2 Кей» по «Договору 241/Зар-17 от 27.06.2017 года на выполнение Работ: «Научно-исследовательские работы по установлению причин, затрудняющих прохождение сернокислотного ПВ в недрах, изучению возможности техногенного образования уран-ванадиевых руд и их отработки на месторождении «Заречное». - С.15-17.

У.Ш.Абенов, В.Ю. Селезнев, С.А. Седышев

Уран кендерінің геотехнологиялық ерекшеліктерін анықтау үшін гидрогендік типтегі уран кенорындарын игерудегі күрделі геологиялық-геофизикалық зерттеулердің рөлі және оларды кен өндіруге әсер ету себептерін негіздеу (Заречное Сырдария провинциялық кенорны мысалында)

Аннотация. Мақалада геологиялық, геофизикалық және технологиялық зерттеулердің маңызды рөлі талқыланып, оның нәтижелері Түркістан облысының Шу-Сарысу және Сырдария гидрогендік типті уран кенорындарын барлау және игерудегі басты рөлі қаралады.

Түйінді сөздер: гидрогендік типті уран кенорындары, уранға арналған жерасты шаймалау әдісі.

Abenov U.Sh, Selezneva V.J, Sedyshev S.A.

The role of complex geological and geophysical of research exploring uranium deposits hydrogenous types for identifying geotechnical features uranic ore and their accommodate species and ratiocinate the reasons of influence for irregular output (on the example of deposit Zarechnoe Syr-Darya province)

Annotation. The article discusses the significant role of geological, geophysical, mineralogical, geochemical and technological research which the results play a key role in the exploration and development of uranium deposits of the hydrogenic type Shu-Sarysui and Syr-Darya provinces of southern Kazakhstan.

Key words: uranium deposits, hydrogenic type, method of underground borehole leaching of uranium.

УДК 004.9:553.3(574)

А.А Ажихан¹, Н.Г. Каменский²

Научные руководители – Асубаева С.К¹., канд.геол.-мин.наук, лектор кафедры ГСПиРМПИ, Каменский Н.Г., генеральный директор ТОО «Два Кей», действительный член академии минеральных ресурсов, действительный член ПОНЭН

¹Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Сәтбаев Университеті), г. Алматы, Казахстан

²ТОО «Два Кей», г. Алматы, Казахстан
azhihan_aidos@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ РУДНЫХ ТЕЛ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕВЕРНЫЙ ХАРАСАН

Аннотация. В статье рассматривается работа по трехмерному моделированию рудоносных горизонтов урана на основе геологоразведочного и технологического бурения, месторождения Северный Харасан, участка Харасан – 1. В результате моделирования были получены каркасные и блочные модели по типу проницаемости пород, по геохимическому типу и по литологическим разностям проницаемых пород, также было уточнено строение месторождения. Данная работа позволит в процессе эксплуатации месторождения выделить застойные слабо прорабатываемые выщелачивающими растворами зоны и выявить участки с высокой проницаемостью, могущие привести к образованию каналов преимущественной фильтрации, что ведет к недоизвлечению урана из недр. Результаты данной работы позволят выработать методику проработки застойных зон в период выщелачивания технологического блока, что в свою очередь позволит более эффективно отрабатывать запасы, повышая процент извлечения из недр и выявляет ошибки в посадке фильтров.

Танирбергенов А.Г., Атахан Е.Е. Исследование процесса формирования солянокупольных структур в зависимости от граничных условий	106
Третьяков А.В. Развитие представлений К.И. Сатпаева о перспективах древних россыпей золота в Казахстане	110
Тураева А. Д. Особенности подсчета запасов нефти и растворенного газа в терригенных коллекторах на примере неокомского горизонта месторождения Жалгизтобе	118
Түзелбаева А.Қ., Тарасенко Г.В. Общая характеристика и оценка нефтегазового потенциала триасовых отложений Карагинской седловины	125
Junussov M. A., Umarbekova Z.T. Петрографическое изучение полисульфидного минералов и углеродистых материалов Бакырчыкского золоторудного черносланцевого месторождения	129

Секция «Расширение минерально-сырьевой базы - залог успеха экономики страны», подсекция 2

Абдрахманов А., Байбатша Ә.Б. Геологическое строение уранового месторождения Канжуган и геотехнологическая характеристика вскрытия пластов	134
Абдулаева Ж.Р., Аршамов Я.К. Минералого – геохимические и формационно – генетические особенности рудных тел на месторождении Южное Заречное (Сырдарьинская провинция)	137
Абенов У.Ш., Селезнева В.Ю., Седышев С.А. Роль комплексных геолого-геофизических исследований при разведке урановых месторождений гидрогенного типа для выявления геотехнологических особенностей урановых руд и вмещающих их пород и обоснования причин их влияния на неравномерную добычу (на примере месторождения Заречное Сыр-Дарьинской провинции)	140
Ажихан А.А., Каменский Н.Г., Асубаева С.К. Использование 3D моделирования рудных тел для эффективной отработки месторождения Северный Харасан	143
Алкенова А.С., Байбатша А.Б. О минеральном составе хвостов Балхашской обогатительной фабрики	148
Алмасов Р.Р., Джексенбаев Н.К. Модернизация системы защиты от коррозии Магистрального газопровода (МГ) ТОО «Азиатский Газопровод» нитки «С» на участке 309-448 км	151
Алтыбаев М.И., Асанов А.М. Геологическое строение уранового месторождения Инкай и методика проведения геологоразведочных работ	155
Ашыков Ш.С., Бекботаева А.А. Выявление и отработка техногенных и останцовых руд на месторождении Акдала участок «Ближний»	158
Ахметова К.О., Гребенюкова Л.Н. Изучение Семейтауского комплекса витрофиров	161
Байгереева А., Омарова Г.М. Конодонты позднего кембрия и раннего ордовика Казахстана	165
Баймаханов Г.А., Барашева А. Увеличение нефтеотдачи микробиологическими методами	169
Бакытжан Н., Омарова Г.М. Циркон – как геохронометр	174
Бақытбекұлы М., Матаева Г. Ғ. Дельбегетей массиві	177
Батырханов Р.А., Мусин А.Т. Пневмосоққылы бұрғылау. Рс бұрғылау	183
Бейсенбиев Б.З., Селезнева В.Ю. Геологические особенности и эффективность отработки мертвых рудных зон методом перекрытия фильтровых колон на месторождении Центральный Мынкудук	186
Дәулетұлы А., Кембаев М.К. Особенности геологического строения участка 2 Буденновского месторождения	190

**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на магистерскую диссертацию

(наименование вида работы)

Әжіхан Айдос Әжіханұлы

(Ф.И.О. обучающегося)

«6M070600 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

(шифр и наименование специальности)

Тема: Использование 3D моделирования рудных (горизонтов) тел для эффективной
отработки месторождения Северный Хорасан

В данной магистерской диссертации магистрант Әжіхан А. Ә. впервые применил трехмерное моделирование для рудоносных горизонтов месторождения Северный Хорасан, участка Хорасан – 1. Перед магистрантом была поставлена задача создания и применение в процессе работы трехмерной модели рудных горизонтов месторождений Северный Хорасан и от с этой задачей справился с блеском.

В процессе выполнения магистерской диссертации Әжіхан Айдос Әжіханұлы проявил достаточное знания геологических и геофизических материалов, всего производства в целом. Он также проявил способности не только самостоятельно решать поставленные руководителем задачи, но также самостоятельно ставить задачи на выполнение магистерской работы.

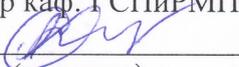
В результате моделирования были получены модели по типу проницаемости пород, по геохимическому типу и по литологическим разностям проницаемых пород, также была уточнена строение месторождения.

Результаты данной диссертации позволят в процессе эксплуатации месторождения выделить застойные слабо прорабатываемые выщелачивающими растворами зоны и выявить участки с высокой проницаемостью, могущие привести к образованию каналов преимущественной фильтрации, что ведет к недоизвлечению урана из блоков, также поможет выработать методику проработки застойных зон в период выщелачивания технологического блока, что в свою очередь позволит более эффективно отрабатывать запасы, повышая процент извлечения из недр.

Считаю, что магистерская диссертация Әжіхан Айдос Әжіханұлы соответствует требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам по направлению подготовки «6M070600 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых», и заслуживает оценки 96 % (отлично). Автор диссертации заслуживает присвоения академической степени «Магистр техники и технологии».

Научный руководитель

канд. геол.-мин. наук,
лектор каф. ГСПиРМПИ

 Асубаева С.К.

(подпись)

« 9 »  2019 г.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Эжіхан Айдос Эжіханұлы

Название: маг.дисс. .doc

Координатор: Салтанат Асубаева

Коэффициент подобия 1:4,1

Коэффициент подобия 2:0,8

Тревога: 2

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

Работа признается самостоятельной и допускается к защите

9.12.2019г

Дата



Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Эжіхан Айдос Эжіханұлы

Название: маг.дисс. .doc

Координатор: Салтанат Асубаева

Коэффициент подобия 1:4,1

Коэффициент подобия 2:0,8

Тревога:2

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

09.12.2019



Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Допустить к защите

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию
(наименование вида работы)

Әжіхан Айдос Әжіханұлы
(Ф.И.О. обучающегося)

«6M070600 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»
(шифр и наименование специальности)

на тему: Использование 3D моделирования рудных (горизонтов) тел для эффективной отработки месторождения Северный Хорасан

Выполнено:

а) графическая часть на 37 листах

б) пояснительная записка на 63 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Диссертационная работа Әжіхан Айдос Әжіханұлы выполнено на актуальную тему и содержит оригинальные результаты одновременно из двух областей: геологического моделирования с помощью современных комплексных программ и решение практически значимых задач по конкретному использованию результатов исходных данных. С точки зрения решения цифрового моделирования наиболее важным результатом является возможность эффективно обрабатывать, систематизировать и создать цифровой базы данных всей имеющейся геолого-геофизической информации о месторождении, проводить ее интегрирование.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена необходимостью разработки эффективных методов решения производственных задач важных для современной науки, как в теоретическом, так и практическом плане.

В диссертационной работе магистранта определены объект, предмет, цель исследования, задачи, порядок и методология процесса работы, составлены выводы.

Благодаря полученной работы в производстве будет повышена результативность процессов получение дополнительной достоверной информации для управления эффективной отработки блока, уточнение геологического строения продуктивных горизонтов в пределах технологического блока, снижение трудозатрат, повышение качества проектирования и снижения расходов материальных затрат. Это позволит компании уменьшить затраты и снизить себестоимость продукции.

Полученные результаты могут послужить примером для внедрения и усовершенствования процедур в ДЗО НАК «Казатомпром»

В работе выявлены следующие недостатки: литературный обзор не включает иностранных литератур.

В целом работа соответствует требованиям, предъявляемым к магистерскому работу, и заслуживает оценки «отлично».

Оценка работы

Магистерская диссертация Әжіхан Айдос Әжіханұлы отвечает всем требованиям, выполнена на высоком профессиональном уровне, с использованием новых комплексных программ и направлена на решение практически значимых задач по конкретному

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

использованию результатов исходных данных. Работу оцениваю на 97% (отлично). Автор диссертации заслуживает присвоения академической степени «Магистр техники и технологии».

Рецензент

Зав. лаб. «Редких и редкоземельных металлов»
Института геологических наук им. К.Сатпаева
(должность, уч. степень, звание)

К. Тоғизов К.С. Тоғизов К.С.
(подпись)

«10» декабря 2019 г.



Список научных трудов

Ажихан Айдос Ажиханулы

Сведения о работе					
№	Наименование работ	Вид работы: статья, доклад	Издательство, год издания	Объем, стр.	Соавторы
1.	Использование 3D моделирования рудных тел для эффективной отработки месторождения Северный Харасан	2. Статья	3. Труды Сапаевских чтений Инновационные технологии – ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК Том I. Алматы, 2019. С. 143 – 148.	4. 6	5. Асубаева С.К. Каменский Н.Г.

Директор Института геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова

Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ

**Научный руководитель
к.г.-м.н., лектор кафедры ГСПиРМПИ**

Автор работы



Сыздыков А.Х.

Бекботаева А.А.

Асубаева С.К.

Ажихан А.А.