

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки: 21.04.01 Нефтегазовое дело
 Отделение школы (НОЦ): Отделение нефтегазового дела

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
«АДАПТАЦИЯ СЕДИМЕНТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА Ю - ЗТ АКШАБУЛАКСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЕГО РАЗРАБОТКИ»

УДК 622.276:556-047.58(574)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ91	Омаров Айтжан Кубейсинович		18.06.21

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Белозеров В.Б.	Д.Г-М.Н.		18.06.21

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рукавишников В.С.	PhD		18.06.21

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Белозеров В.Б.	Д.Г-М.Н.		18.06.21

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Чернова О.С.	Д.Г-М.Н.		18.06.21

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки: 21.04.01 Нефтегазовое дело
Отделение школы: Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись) 15.03.21

О.С. Чернова

(Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2ТМ91	Омаров Айтжан Кубейсинович

Тема работы:

**«АДАПТАЦИЯ СЕДИМЕНТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ
ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА Ю - ЗТ АКШАБУЛАКСКОГО
НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ
ПРОЦЕССА ЕГО РАЗРАБОТКИ»**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

02.03.2021 г. № 61-6/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10.06.2021г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Геологическая и гидродинамическая модель изучаемого участка месторождения, и отчет по геологической части месторождения.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Учет анизотропии проницаемости при построение гидродинамической модели

Перечень графических материалов	<i>Карты распространение усредненных значений пористости и проницаемости</i> <i>Графики зависимости относительных фазовых проницаемостей</i>
---------------------------------	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
«Социальная ответственность»	Белозеров Владимир Борисович, профессор, д.г-м.н.
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Рукавишников Валерий Сергеевич, доцент, PhD

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Автоматизация петрофизических расчетов

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	15.03.21г.
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Белозеров В.Б.	д.г-м.н.		15.03.21

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ91	Омаров Айтжан Кубейсинович		15.03.21.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки: 21.04.01 Нефтегазовое дело
 Уровень образования: магистратура
 Отделение школы: Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2021 /2022 учебного года)
 Форма представления работы:

Магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
24.03.2021	Изучение и анализ влияние вертикальной анизотропии	10
05.04.2021	Геологическое описание пласта	20
15.04.2021	Построение геологической и гидродинамической модели	20
14.05.2021	Адаптация модели	20
21.05.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
28.05.2021	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Белозеров В.Б.	Д.Г-М.Н.		15.03.21

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Чернова О.С.	Д.Г-М.Н.		15.03.21.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ТМ91	Омаров Айтжан Кубейсинович

Инженерная школа	Магистр	Отделение	ОНД
Уровень образования		Направление/специальность	21.04.01 Нефтегазовое дело

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой техники и технологии.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы времени на выполнение научно-исследовательской работы, тарифные ставки заработной платы, нормы расхода материалов.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налоговый кодекс Российской Федерации

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

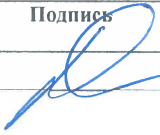
1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Технико-экономическое обоснование необходимости учёта анизотропии проницаемости.
2. Разработка устава научно-технического проекта	- Постановка целей и задач - Основные рамки проекта - Составление структуры проекта - Презентация результатов проекта
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление графика проведения научно-технического исследования.
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	- Оценка плановой стоимости НИР - Расчет затрат, включенных в себестоимость НИР - Расчет заработной платы - Обоснование эффективности инвестиций в проект

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Цели и задачи научно-технического проекта
2. Ограничивающие факторы, выявленные при написании научно-технического проекта
3. Сведения о рабочей группе проекта
4. Информация о заинтересованных сторонах проекта
5. Систематика проведения проектных работ
6. План проведения научно-технического исследования
7. Расчет затрат на материалы
8. Заработная плата сотрудников проекта
9. Баланс рабочего времени
10. Расчет основной заработной платы на сотрудника
11. Расчет основной заработной платы
12. Вычисления плановой себестоимости НИР

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.03.21
--	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Рукавишников В.С.	Ph.D		15.03.21

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ91	Омаров Айтжан Кубейсинович		15.03.21

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ТМ91	Омаров Айтжан Кубейсинович

Инженерная школа	ИШПР	Отделение	
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	21.04.01 Нефтегазовое дело

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:
- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)
 - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)
 - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)
 - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)

Рабочим местом является офисное помещение непосредственной эксплуатацией компьютерной техники и оборудования. Таким образом, все производственные процессы и социально ответственная часть, включающая технику безопасности и правила поведения напрямую связаны с работой за компьютером в помещении. Вредные и опасные факторы, с которыми возможно столкнуться в процессе работы в офисном помещении и рабочем месте с установленным персональным компьютером:

1. Отклонение норм микроклимата в помещении
2. Отсутствие или недостаток освещения на рабочем месте
3. Повышенный уровень шума на рабочем месте
4. Повышенная запыленность рабочего места
5. Электромагнитное излучение
6. Нервно-психические нагрузки
7. Электрический ток
8. Пожароопасность

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:
- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
 - действие фактора на организм человека;
 - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
 - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)

Рассмотрены вредные факторы, такие как микроклимат, уровень шума, повышенная запыленность, освещенность рабочей зоны и электромагнитное излучение и нервно-психические нагрузки

2. Охрана окружающей среды:
- защита селитебной зоны
 - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);

При разработке и эксплуатации нефтяного месторождения происходит негативное воздействие на состояние земельных ресурсов, атмосферного воздуха, в приповерхностные грунтовые воды и поверхностные водоемы. Данные вредные процессы связаны со строительством наземных и подземных

– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	объектов добычи нефти, строительства скважин, в ходе которого происходит загрязнение грунтовых вод и грунта, и производственно-промышленные процессы добычи нефти, которые также наносят вред окружающей среде (разливы нефти по поверхности и стравливание газов в атмосферу).
3. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Рассмотрены чрезвычайные ситуации на такие как ураганы, бураны, пожары, наводнения или критически низкие температуры или же природные аварии.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Изучены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности и условий труда на месторождении Акшабулак Центральный. Произведен анализ вредных факторов, влияющих на условие труда, и даны рекомендации по их устранению
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	- Основные вредные и опасные факторы при выполнении работ в помещении с персональным компьютером - Предельно допустимые значения энергетической экспозиции - Перечь основных вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.03.21
--	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОНД	Белозеров В.Б.	д.г.-м.н.		15.03.21

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ91	Омаров Айтжан Кубейсинович		15.03.21

Результаты освоения образовательной программы
Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного анализа, вырабатывать стратегию действий	И.УК(У)-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
		И.УК(У)-1.2. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению
		И.УК(У)-1.3. Разрабатывает стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и других современных междисциплинарных подходов; обосновывает выбор темы исследований на основе анализа явлений и процессов в конкретной области научного знания
		И.УК(У)-1.4. Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций в своей предметной области
Разработка и реализация проектов	УК(У)-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	И.УК(У)-2.1. Определяет проблему и способ ее решения через реализацию проектного управления
		И.УК(У)-2.2. Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
		И.УК(У)-2.3. Осуществляет мониторинг за ходом реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта
Командная работа и лидерство	УК(У)-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	И.УК(У)-3.1. Планирует и корректирует свою социальную и профессиональную деятельность с учетом интересов, особенностей поведения и мнений людей, с которыми работает и взаимодействует
		И.УК(У)-3.2. Организует дискуссии по заданной теме и обсуждение результатов работы команды
		И.УК(У)-3.3. Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды
Коммуникация	УК(У)-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	И.УК(У)-4.1. Решает конкретные задачи профессиональной деятельности на основе академического и профессионального взаимодействия с учетом анализа мнений, предложений, идей отечественных и зарубежных коллег
		И.УК(У)-4.2. Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.)
		И.УК(У)-4.3. Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные
		И.УК(У)-4.4. Планирует и организывает совещания, деловые беседы, дискуссии по заданной теме; аргументированно и конструктивно отстаивает свою точку зрения, позицию, идею в академических и профессиональных дискуссиях на государственном и иностранном языках
Межкультурное взаимодействие	УК(У)-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	И.УК(У)-5.1. Осуществляет профессиональную и социальную деятельность с учетом особенностей поведения и мотивации людей различного социального и культурного происхождения, в том числе особенностей деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий
		И.УК(У)-5.2. Выстраивает социальное и профессиональное взаимодействие с учётом особенностей деловой и общей культуры представителей разных этносов и конфессий, других социальных групп

Категория компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
		И.УК(У)-5.3. Обеспечивает создание недискриминационной среды для участников межкультурного взаимодействия при личном общении и при выполнении профессиональных задач
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК(У)-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	И.УК(У)-6.1. Анализирует использование рабочего времени в широком спектре деятельности: планирование, распределение, постановка целей, делегирование полномочий, анализ временных затрат, мониторинг, организация, составление списков и расстановка приоритетов
		И.УК(У)-6.2. Сочетает выполнение текущих производственных задач с повышением квалификации; корректирует планы в соответствии с имеющимися ресурсами
		И.УК(У)-6.3. Планирует профессиональную траекторию с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда

5.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Применение фундаментальных знаний	ОПК-1. Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи на основе фундаментальных знаний в нефтегазовой области	И.ОПК(У)-1.1. Демонстрирует навыки физического и программного моделирования отдельных фрагментов процесса выбора оптимального варианта для конкретных условий
		И.ОПК(У)-1.2. Использует фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач нефтегазового производства
		И.ОПК(У)-1.3. Анализирует причины снижения качества технологических процессов и предлагает эффективные способы повышения качества производства работ при выполнении различных технологических операций
Техническое проектирование	ОПК(У)-2. Способен осуществлять проектирование объектов нефтегазового производства	И.ОПК(У)-2.1. Использует знание алгоритма организации выполнения работ в процессе проектирования объектов нефтегазовой отрасли
		И.ОПК(У)-2.2. Формулирует цели выполнения работ и предлагает пути их достижения
		И.ОПК(У)-2.3. Выбирает соответствующие программные продукты или их части для решения конкретных профессиональных задач
Работа с информацией	ОПК(У)-3. Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	И.ОПК(У)-3.1. Анализирует информацию и составляет обзоры, отчеты
		И.ОПК(У)-3.2. Владеет навыками аналитического обзора при подготовке рефератов, публикаций и не менее 50 источников при подготовке магистерской диссертации
		И.ОПК(У)-4.1. Определяет основные направления развития инновационных технологий в нефтегазовой отрасли
Исследование	ОПК(У)-4. Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	И.ОПК(У)-4.2. Обрабатывает результаты научно-исследовательской, практической технической деятельности, используя имеющееся оборудование, приборы и материалы
		И.ОПК(У)-5.1. Определяет на профессиональном уровне особенности работы различных типов оборудования и выявление недостатков в его работе
		И.ОПК(У)-5.3. Интерпретирует результаты лабораторных и технологических исследований применительно к конкретным условиям
Интеграция науки и образования		И.ОПК(У)-6.1. Демонстрирует знания основ педагогики и психологии

	ОПК(У)-6. Способен участвовать в реализации основных и дополнительных профессиональных образовательных программ, используя специальные научные и профессиональные знания	И.ОПК(У)-6.2. Демонстрирует умение общаться с аудиторией, заинтересовать слушателей
--	---	--

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Область и сфера профессиональной деятельности	Задача профессиональной деятельности	Основание - профессиональный стандарт, анализ опыта, форсайт	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Тип задач профессиональной деятельности: Научно-исследовательский				
19. Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа 40. Сквозные виды профессиональных стандартов	1. Осуществление научных исследований в области профессиональной деятельности	<i>Профессиональный стандарт «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03 сентября 2018г. № 574н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2018 г., регистрационный №52235);</i> <i>ОТФ. Код D. Организация работ по добыче углеводородного сырья</i>	ПК -1. Способен проводить анализ и обобщение научно-технической информации по теме исследования, осуществлять выбор методики и средств решения задачи, проводить патентные исследования в выбранной области нефтегазового инжиниринга	И.ПК-1.1. Анализирует и обобщает научно-техническую информацию по теме исследования, осуществляет выбор методики и средств решения задачи, проводит патентные исследования в выбранной области нефтегазового инжиниринга
			ПК-2. Способен планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы	И.ПК-2.1. Планирует и проводит аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивает данные и делает выводы
	2. Разработка и внедрение новой техники и передовых технологий на объектах нефтегазовой отрасли	19.021 <i>Профессиональный стандарт «Специалист по промысловой геологии», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.03.2015 г. № 151н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 31.03.2015 г. № 36656)</i> <i>ОТФ. Код B. Организация геолого-промысловых работ</i> <i>Профессиональный стандарт «Специалист-петрофизик», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 июня 2017 г. N 534н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 июля 2017 г., регистрационный №47411).</i>	ПК-3. Способен использовать профессиональные программные комплексы в области математического и геолого-геофизического моделирования технологических процессов и объектов	И.ПК-3.1. Использует профессиональные программные комплексы в области математического и геолого-геофизического моделирования технологических процессов и объектов
			ПК-10. Способен разрабатывать документацию, планировать и выполнять исследования физических свойств керна осадочных горных пород и цифровую обработку полученных петрофизических данных	И.ПК-10.1. Разрабатывает документацию, планирует и выполняет исследования физических свойств керна осадочных горных пород и цифровую обработку полученных петрофизических данных

Область и сфера профессиональной деятельности	Задача профессиональной деятельности	Основание - профессиональный стандарт, анализ опыта, форсайт	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
		<i>ОТФ. Код С.</i> Организация процесса исследований физических свойств кернового материала нефтегазовых месторождений и цифровой обработки полученных петрофизических данных		
	3. Осуществление технического руководства по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, разработки комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ и непосредственное участие в их выполнении	<i>Профессиональный стандарт «Специалист-петрофизик»,</i> утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 июня 2017 г. N 534н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 июля 2017 г., регистрационный №47411) <i>ТФ. Код С/01.7.</i> Разработка плановой и проектно-сметной документации на объекты исследований физических свойств кернового материала горных пород и цифровую обработку полученных петрофизических данных <i>Профессиональный стандарт «Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами»,</i> утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11 февраля 2014 г. N 86н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 г., регистрационный №31696) <i>ОТФ. Код D.</i> Осуществление руководства разработкой комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ <i>ТФ. Код. D/01/7.</i> Организация выполнения научно-иссле-	ПК-10. Способен разрабатывать документацию, планировать и выполнять исследования физических свойств кернового материала осадочных горных пород и цифровую обработку полученных петрофизических данных ПК-11. Способен организовывать и выполнять научно-исследовательские работы в соответствии с тематическим планом организации	И.ПК-10.1. Организует и выполняет плановые задания по исследованию физических свойств кернового материала горных пород и обработку полученных петрофизических данных И.ПК-10.2. Организует и выполняет плановые задания по исследованию физических свойств кернового материала горных пород и обработку полученных петрофизических данных И.ПК-11.1. Организует и выполняет научно-исследовательские работы в соответствии с тематическим планом организации

Область и сфера профессиональной деятельности	Задача профессиональной деятельности	Основание - профессиональный стандарт, анализ опыта, форсайт	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
		тельных работ в соответствии с тематическим планом организации		
Тип задач профессиональной деятельности: Технологический				
19 «Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа» 40. Сквозные виды профессиональных стандартов	Осуществление контроля, технического сопровождения и управления технологическими процессами нефтегазового производства	<i>Профессиональный стандарт «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03 сентября 2018г. № 574н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2018 г., регистрационный №52235)</i> <i>ОТФ. Код D.</i> Организация работ по добыче углеводородного сырья <i>ОТФ. Код E.</i> Руководство работами по добыче углеводородного сырья	ПК-4. Способен анализировать и обобщать данные о работе технологического оборудования, осуществлять контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами в нефтегазовом инжиниринге	И.ПК-4.1. Анализирует и обобщает данные о работе технологического оборудования, осуществляет контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами в нефтегазовом инжиниринге
			ПК-7. Способен контролировать выполнение требований и регламентов для обеспечения добычи нефти, газа и газового конденсата	И.ПК-7.1. Контролирует выполнение требований и регламентов для обеспечения добычи нефти, газа и газового конденсата
	Разработка и внедрение новой техники и передовых технологий на объектах нефтегазовой отрасли		ПК-5. Способен участвовать в управлении технологическими комплексами, принимать решения в условиях неопределенности	И.П-5.1. Участвует в управлении технологическими комплексами, принимает решения в условиях неопределенности
Тип задач профессиональной деятельности: Организационно-управленческий				
19 «Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа» 40. Сквозные виды профессиональных стандартов	Осуществление маркетинговых исследований, проведение технико-экономического обоснования инновационных решений в профессиональной деятельности, управление коллективом, руководство производственной деятельностью подразделения	<i>Профессиональный стандарт «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03 сентября 2018г. № 574н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2018 г., регистрационный №52235)</i> <i>ТФ. Код E/01.7.</i> Руководство организацией процесса добычи углеводородного сырья	ПК-6. Способен осуществлять руководство по организации производственной деятельности подразделений нефтегазового инжиниринга, применять полученные знания для разработки и реализации проектов различных процессов производственной деятельности, применять методику проектирования	И.ПК-6.1. Осуществляет руководство по организации производственной деятельности подразделений нефтегазового инжиниринга
				И.ПК-6.2. Применяет полученные знания для разработки и реализации проектов различных процессов производственной деятельности, применяет методику проектирования

Область и сфера профессиональной деятельности	Задача профессиональной деятельности	Основание - профессиональный стандарт, анализ опыта, форсайт	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
		<i>Профессиональный стандарт «Специалист по промысловой геологии», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10 марта 2015 г. N 151н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 31 марта 2015 г., регистрационный №36656)</i> <i>ОТФ. Код В. Организация геолого-промысловых работ</i> <i>ТФ. Код В/02.7. Подготовка предложений по дополнительным геолого-промысловым исследованиям для эффективной работы промысла</i>	ПК-8. Способен подготавливать предложения по дополнительным геолого-промысловым исследованиям для эффективной работы промысла	И.ПК-8.1. Подготавливает предложения по дополнительным геолого-промысловым исследованиям для эффективной работы промысла
	Разработка оперативных планов и руководство проведением всех видов деятельности, связанной с исследованием, разработкой и реализацией управления технологическими процессами и производствами	<i>Профессиональный стандарт «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03 сентября 2018г. № 574н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2018 г., регистрационный №52235)</i> <i>ТФ. Код Е/01.7. Руководство организацией процесса добычи углеводородного сырья</i>	ПК-6. Способен осуществлять руководство по организации производственной деятельности подразделений нефтегазового инжиниринга, применять полученные знания для разработки и реализации проектов различных процессов производственной деятельности, применять методику проектирования	И.ПК-6.2. Применяет полученные знания для разработки и реализации проектов различных процессов производственной деятельности, применяет методику проектирования
		<i>Профессиональный стандарт «Специалист по обработке и интерпретации скважинных геофизических данных», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28 декабря 2015 г. N 1166н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 29 июня 2017 г., регистрационный №47457).</i>	ПК-9. Способен разрабатывать перспективные планы в области обработки и интерпретации скважинных геофизических данных, руководить производственно-технологическим процессом обработки и интерпретации скважинных геофизических данных	И.ПК-9.1. Разрабатывает перспективные планы в области обработки и интерпретации скважинных и полевых геофизических данных

Область и сфера профессиональной деятельности	Задача профессиональной деятельности	Основание - профессиональный стандарт, анализ опыта, форсайт	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
		ОТФ. Код D. Управление процессом обработки и интерпретации полученных скважинных геофизических данных ТФ. Код D/01.7. Управление разработкой перспективных планов области обработки и интерпретации скважинных геофизических данных		И.ПК-9.2. Руководит производственно-технологическим процессом обработки и интерпретации скважинных и полевых геофизических данных

Оглавление

РЕФЕРАТ	18
ВВЕДЕНИЕ	19
ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР СОЗДАНИЕ ГЕОЛОГО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ	21
ГЛАВА 2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ	37
2.1 Стратиграфия	37
2.2 Литологическая характеристика пород фундамента и нижней части осадочного чехла (пласты Ю3А и Ю3Т)	40
2.3 Тектоника	43
2.4 Литологическая характеристика и условия формирования пласта Ю3Т	49
ГЛАВА 3. АДАПТАЦИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ С УЧЕТОМ СЕДИМЕНТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ	60
3.1 Геологическая модель	60
3.1.1 Построение фациальной модели	62
3.1.2 Петрофизическое моделирование	63
3.2 Гидродинамическая модель	65
3.2.1 Измельчение модели	68
3.2.2 Изменение вертикальной анизотропии	73
ГЛАВА 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	77
4.1 Оценка коммерческого и инновационного потенциала научно-технического исследования	77
4.2 Разработка устава научно-технического проекта	78
4.2.1 Постановка целей и задач	79
4.2.2 Основные рамки проекта	79
4.2.3 Составление структуры проекта	80
4.2.4 Презентация результатов проекта	81
4.3 Планирование процесса управления научно-технического	82

Исследования.....	82
4.3.1 График проведения научно-технического исследования.....	83
4.4 Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности .	84
4.4.1 Оценка плановой стоимости НИР	84
4.4.2 Расчет затрат, включенных в себестоимость НИР	84
4.4.3 Заработная плата	86
4.4.4 Накладные расходы.....	89
ГЛАВА 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	91
5.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды и мероприятия по их устранению	92
5.1.1. Отклонение норм микроклимата в помещении	92
5.1.2 Отсутствие или недостаток освещения на рабочем месте.....	93
5.1.3 Повышенный уровень шума на рабочем месте	94
5.1.4 Повышенная запыленность рабочего места.....	95
5.1.5 Электромагнитное излучение	95
5.1.6 Нервно-психические нагрузки.....	96
5.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды и мероприятия по их устранению	97
5.2.1 Электрический ток	97
5.2.2 Пожароопасность	98
5.3 Охрана окружающей среды	100
5.3.1 Анализ воздействия производственной среды на атмосферу	100
5.3.2 Анализ воздействия производственной среды на гидросферу	102
5.3.3 Анализ воздействия производственной среды на литосферу	103
5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях	104
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	105
Заключение	107
Список используемой литературы	108

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 132 страницы, 41 рисунок, 25 таблиц, 55 источников литературы.

Объектом исследования является пласт ЮЗт месторождения Акшабулак.

Цель работы - адаптация гидродинамической модели пласта ЮЗт с использованием седиментационной модели.

Актуальность - исследование влияние гравитационной анизотропии на проект разработки месторождения.

Задачи - экспериментальным путем определить чувствительность гидродинамической модели на изменение вертикальной анизотропии проницаемости. Рассчитать экономическую эффективность предложенного решения.

Область применения - для выбора наилучшего варианта разработки месторождения.

Защищаемое положение - увеличение вертикальной анизотропии проницаемости привело к более точному расчету гидродинамической модели без потери во времени.

ВВЕДЕНИЕ

В реалиях сегодняшних дней проблема извлечения нефти из резервуара является все больше актуальной. Добыча нефти в Казахстане с начала середины прошлого века до современного времени привело к тому, что вся нефть из резервуаров легко извлекаемых месторождений была добыта и, соответственно, данные месторождения обводнены и истощены. За долгое время добычи легко извлекаемой нефти из месторождений привело к тому, что в отрасли происходил научно-производственный застой, так как новые технологии и методы добычи нефти не применялись ввиду их ненужности. Добыча происходила с определенным и выработанным подходом и вследствие этого в месторождениях оставалось большое количество остаточной нефти.

Таким образом, можно сделать вывод, что разработка месторождений без использования современных научных методик и технологий является неэффективной в современных реалиях. Потребность в использовании новых методик и технологий добычи развивает научно-производственную отрасль и создает дополнительный толчок к процессу развития новых научных подходов.

Добыча, а также доизвлечение остаточной нефти является актуальной проблемой при разработке сложных и трудно-извлекаемых коллекторов, к которым сегодня уделяется особое внимание. В научно-производственных и проектных институтах проводятся работы по анализу и изучению фильтрационных параметров пласта-коллектора, которое в какой-то мере могло бы повлиять на характер движения флюида, причем отдельно можно выделить перетоки между слоями и пластами в горной породе. Эти различия фильтрационных параметров выделяется по различным методикам и анализам в лабораториях и непосредственно испытаниях в пластовых условиях.

Учет анизотропии проницаемости при построение гидродинамической

модели напрямую влияет на прогноз и дальнейшие разработки месторождения. Определение и учет данного параметр позволяет пересмотреть стратегию разработки месторождения и выделить эффективный сценарий, при котором можно добиться повышения показаний добычи нефти из пласта. Анализ и применение анизотропии проницаемости поможет запланировать более качественное заводнение пласта и вытеснение нефти от нагнетающих к добывающим скважинам, поэтому получение информации о неоднородности и изменчивости данного фильтрационного параметра является очень важной и применимой при любой стадии разработки месторождения [39].

В данной работе рассматривается проблема разработки залежей нефти в латерально анизотропном по проницаемости суперколлекторе, распространенном в пределах юго-восточной части Арыскупского прогиба. В процессе выполнения исследований показано, что учет анизотропии проницаемости влияет на направление движение и эффективное вытеснение флюида в резервуаре. Это свойство индицируется в процессе учета анизотропии в гидродинамической модели.

Немаловажной и стандартной процедурой оценки проницаемости являются лабораторные исследования керна, которые позволили выявить зависимости и посчитать анизотропию проницаемости на качественном и количественном уровне.

В работе использованы основные методы анализа анизотропии и учтено влияние данного параметра при построении геологической и гидродинамической модели. Пересчитанная гидродинамическая модель должна предоставить результаты добычи, по которым возможно сделать анализ и оценку эффективности применения анизотропии проницаемости для дальнейшей разработки рассматриваемого месторождения [40].

ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР СОЗДАНИЕ ГЕОЛОГО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Числовая дисперсия по сути является ошибкой из-за того, что используется сеточно-блочная аппроксимация для решения уравнений потока, поэтому необходимо рассмотреть возможность уменьшить её влияния в процессе моделирования. Баланс, находится между точностью (обычно принимая больше блоков сетки) и вычислительные затраты. В идеале хотелось бы запечатлеть все основные пластовые процессы (например, фронтальное смещение, переток, гравитационная сегрегация и т. д.) и точно спрогнозировать их восстановление до некоторой приемлемой процентной ошибки для минимального количества блоков сетки [46-48].

Простая схема того, как возникает ошибка численной дисперсии показано шаг за шагом на Рисунке 1.1. Этот рисунок иллюстрирует простое линейное заводнение, с (а) по (е), представляет временной шаг, Δt , процесса впрыска воды. Блок $i = 1$ содержит нагнетательную скважину, в которую закачивается вода с постоянным объемным расходом Q_w , а блок $i = 5$ содержит продуцент. В система изначально находится в состоянии водонасыщения, S_{wc} , и эта вода неподвижна, т. е. относительная проницаемость воды равна нулю, $k_{rw}(S_{wc}) = 0$. Каждый блок имеет постоянный объем пор, $V_p = \Delta x \cdot A \cdot \phi$, где ϕ - пористость. Из Рисунка 1.1 (а) следует, что по прошествии времени $t = \Delta t$ некоторое количество жидкости закачано в блок $i = 1$; объем закачанной воды $Q_w \cdot \Delta t$, и это вызовет изменение водонасыщенности в блоке сетки $i = 1$, $\Delta S_{w1} = (Q_w \cdot \Delta t) / V_p$ т.е. новая водонасыщенность в этом блоке будет соответствовать $S_{wc} + (Q_w \cdot \Delta t) / V_p$.

На первом временном шаге жидкость не текла от блока к блоку, так как относительная проницаемость всех блоков была равна нулю ($k_{rw}(S_{wc}) = 0$). Однако относительная проницаемость в блоке $i = 1$ составляла $k_{rw}(S_{w1}) > 0$. Второй период закачки воды показан на рисунке 1 (б). Еще одна порция воды,

$Q_w \cdot \Delta t$, вводится в блок $i = 1$, вызывая дальнейшее увеличение водонасыщенности Sw_1 . Однако за второй период времени $kr_w(Sw_1) > 0$ и поэтому вода может течь из блока $i = 1$ в $i = 2$, увеличивая водонасыщенность такое, что $Sw_2 > Sw_c$, поэтому относительная проницаемость в этом блоке $kr_w(Sw_2) > 0$. На третьем временном шаге, показанном на Рисунке 1.1 (с), происходит аналогичная последовательность, за исключением того, что жидкость теперь можно перетекать из блока $1 \rightarrow 2$, а также $2 \rightarrow 3$, где по тем же причинам, что и объяснено ранее $kr_w(Sw_3) > 0$. На четвертом и пятом временных шагах (Рисунки 1.1 (d) и 1 (e)) переток может теперь перейти от блока $3 \rightarrow 4$ и от $4 \rightarrow 5$. Поскольку $kr_w(Sw_5) > 0$, то это может быть добывается из этого блока, хотя относительная проницаемость в блоке 5 будет очень небольшой. Следовательно, всего за пять шагов по времени, $t = 5\Delta t$, вода достигла производитель в блоке 5, откуда она может быть извлечена (хотя и не очень потому что относительная проницаемость очень мала) и это неудовлетворительная ситуация.

Если бы взяли 10 блоков сетки, то, очевидно, был бы применим аналогичный аргумент и вода будет перетекать после 10 временных шагов - с еще более низкой относительной проницаемостью в блок $i = 10$ - и это более удовлетворительная ситуация. Действительно, это лежит в основе того, почему принимается больше сеточные блоки. Эта простая иллюстрация довольно физически объясняет основную идею численной дисперсии [42-45].

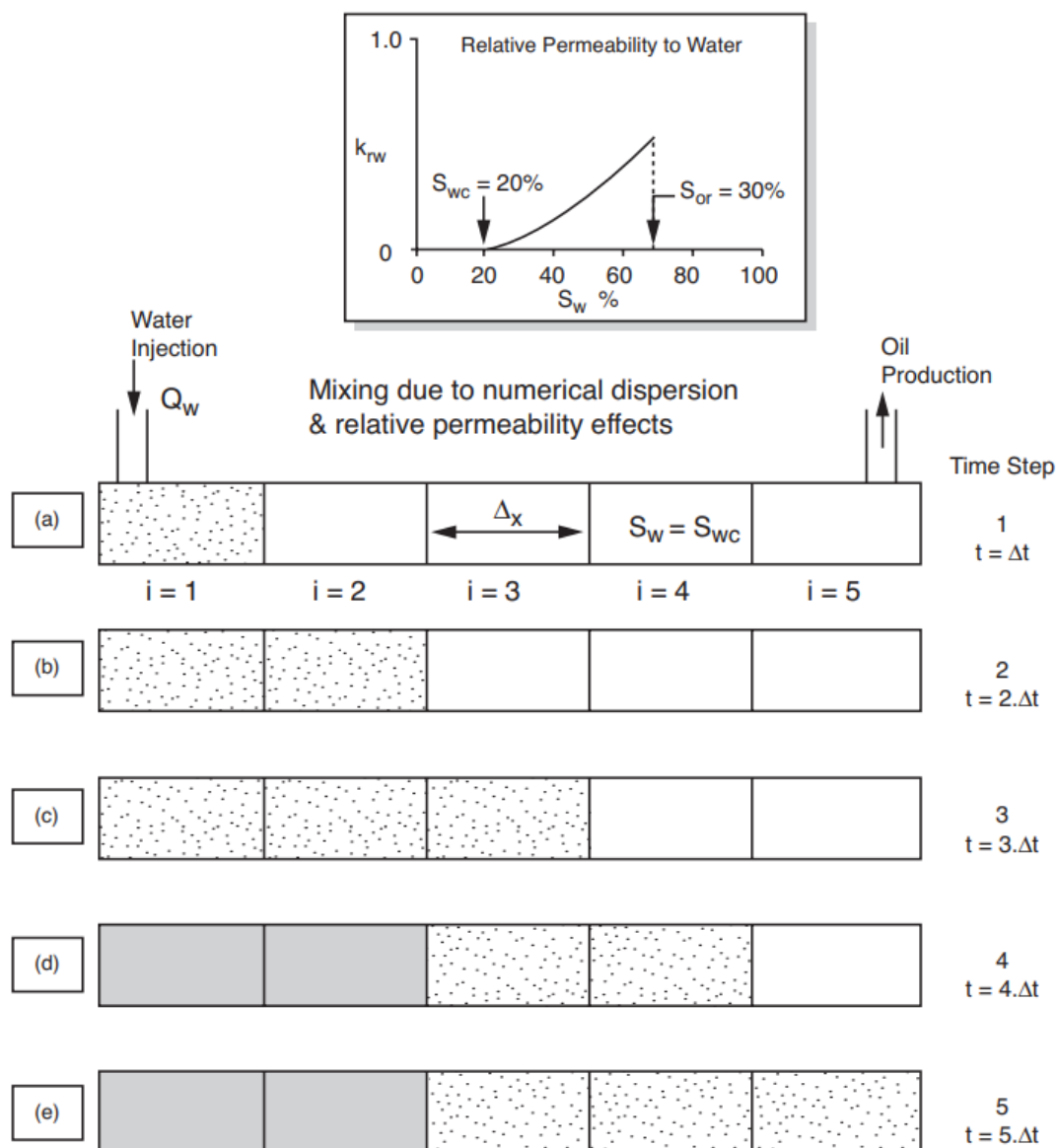


Рисунок 1.1 - Влияние сетки на время прорыва воды - численный разброс

Эффект фронтального распространения числовой дисперсии можно увидеть, когда пытаемся смоделировать фактический профиль насыщения $S_w(x, t)$ при одномерном заводнении. При определенных условиях это может иметь аналитическое решение, например, хорошо известное решение Бакли-Лeverетта, отражающего поведение фронта удара для профиля продвигающейся водонасыщенности $S_w(x, t)$, как показано на Рисунке 1.2. Из Рисунка следует, что этот резкий фронт может быть «потерян» при расчете сетки, поскольку в момент времени t фронт будет иметь

определенный положение, $x(t)$. Однако в сеточной системе с размером блока Δx любой фронт насыщения может быть расположен только в пределах Δx , как показано на Рисунке 1.2. Если возьмем больше блоков сетки (Δx уменьшается), то более точно конфигурацию фронт. Действительно, принимая всё блоков модель будет постепенно приближаться к аналитическому (правильному) решению. Следовательно, одним из способов уменьшения численной дисперсии является увеличение количества сеточные блоки. Альтернативой является использование численного метода, который по своей природе дисперсия в нем. Другой подход - использовать псевдо функции для управления числовой дисперсией [51].

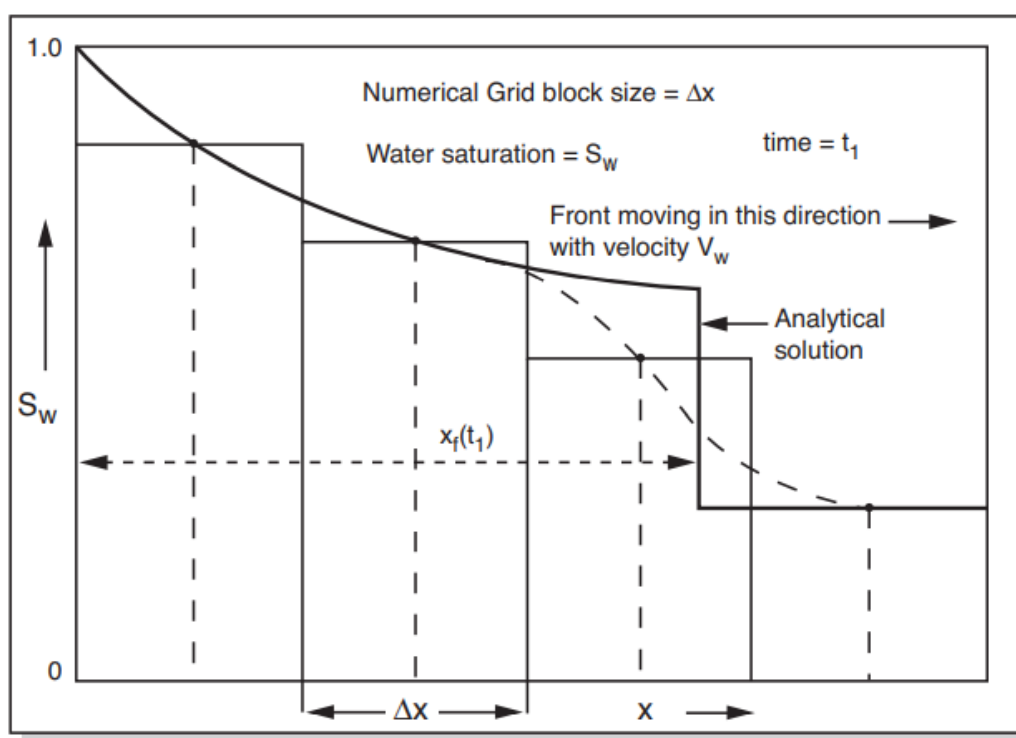


Рисунок 1.2 - Фронтальное распространение ударного фронта Бакли-Лeverетта при расчете с использованием 1D сеточная блочная модель

Другой числовой проблемой, возникающей в 2D и 3D сетках, является эффект ориентации сетки. Это показано на Рисунке 1.3, где расстояние между скважинами I - P1 и I - P2 составляет тоже самое. Однако I - P1 соединены рядом ячеек, ориентированных по потоку, как показано. Поток между I - P2

более извилистый, как показано на Рисунке 1.3. Сетка эффект ориентации возникает, когда поток жидкости ориентирован одновременно с основным направлением сетки и по диагонали по этой сетке. Численные результаты различны для каждого из потоков жидкости проходящих через решетчатую структуру. Эта проблема возникает в основном из-за к использованию 5-точечных разностных схем (в 2D) в пространственной дискретизации, которую можно решить, используя более сложные числовые схемы, такие как 9-точечный схемы (в 2D).

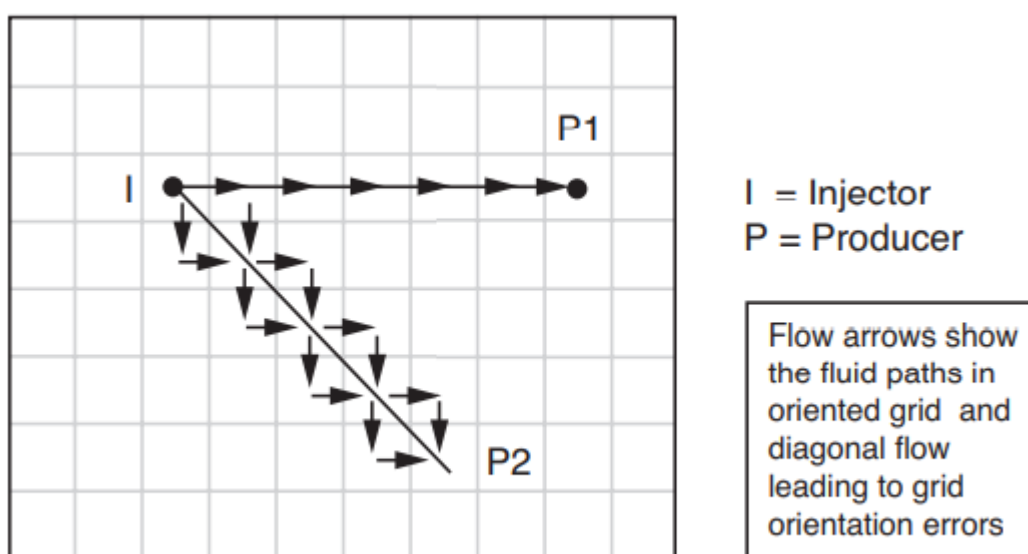


Рисунок 1.3 - Поток между инжектором (I) и двумя производителями (P1 и P2), где разделение между производителями инжектора идентично, но поток ориентирован либо по сетке, либо по диагонали поперек него, иллюстрирующий эффект ориентации сетки.

Влияние на время прорыва и восстановление этих двух ориентаций потока показаны на Рисунке 1.4. Ориентация I-P1 имеет тенденцию приводить к несколько более раннему прорыву воды и менее оптимистичное восстановление, чем ориентация I-P2 [52-53].

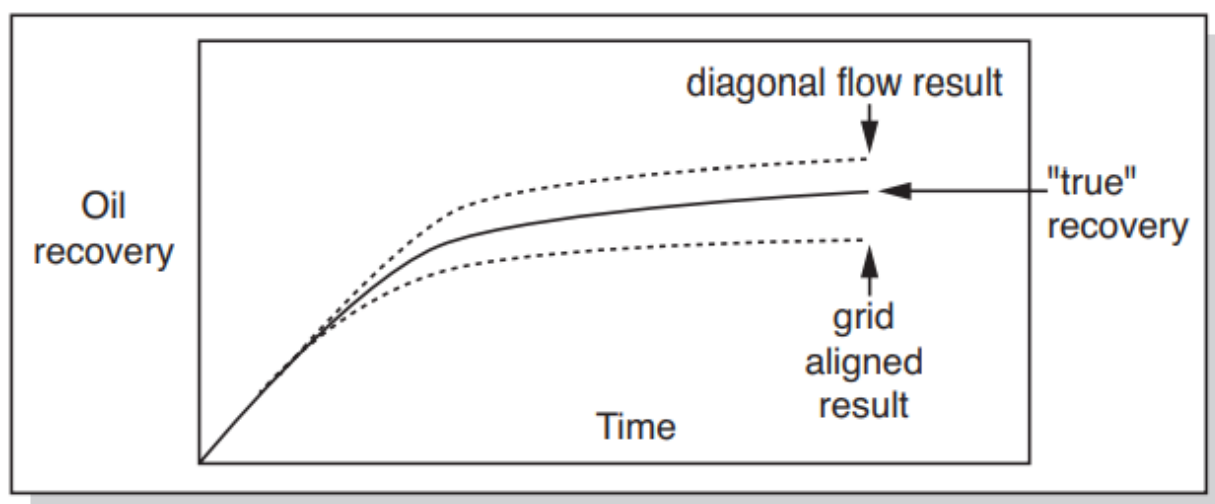


Рисунок 1.4 - Добыча нефти для «истинных», ориентированных и диагональных потоков в сетке 2D

Ошибка ориентации сетки может быть подчеркнута для определенных типов смещения. Для Например, при закачке газа вязкость газа намного меньше вязкости нефти ($\mu_g \ll \mu_o$) что приводит к вязкой неустойчивости аппликатуры. Когда поток идет по сетке как в ориентациях I-P1. Опять же, что касается числового разброса, некоторое уточнение сетки может помочь уменьшить сетку. Можно также разработать альтернативные числовые схемы, чтобы уменьшить это источник ошибки.

Построение гидродинамической модели требует проведения точного анализа полного спектра начальных данных. Поэтому специалист, деятельность которого направлена на обработку исходных данных, должен обладать достаточным опытом для понимая всех существующих тонкостей данного дела. Начальные данные:

- Пакет данных полученный в результате сейсмических исследований изучаемой местности;
- Геофизические и гидродинамические исследование скважин
- Исследование керна
- Обстановка осадконакопление
- Техника и технология добычи

Основная проблема с которой сталкиваются при переходе от геологической к гидродинамической модели является оптимальный выбор размера и ориентации сетки ячеек. Причина, по которой данный вопрос имеет настолько важное значения является то, что от правильности решения поставленной задачи зависит дальнейшая скорость и точность расчетов. Размер ячеек обратно пропорционален точности расчетов, так например при выборе ячеек более крупного размера точность будущей модели будет занижена. Оптимальное время расчета гидродинамической модели составляет 1-2 часа. Такие временные рамки поставлены для того что бы можно было произвести максимальное количество расчетов для уточнения модели. Для того, чтобы определить оптимальный размер ячеек проводят:

- 1) расчет ГДМ с геологической сеткой;
- 2) несколько вариантов укрупнения геомодели;
- 3) расчет ГДМ с укрупненными ячейками и сравнение с п. 1

Существует два основных варианта по определению наиболее подходящего уровня укрупнения: -

- 1) увеличивать размер ячеек до тех пор, пока погрешность расчетов не превысит критическое значение погрешности расчетов геологической сетки;
- 2) проводить укрупнения до того момента, когда еще заметно увеличение скорости расчетов и полученная погрешность не оказывает значительного влияние.

Минимальное расстояние между скважинами ограничивает размер ячейки. При разведке необходимо увеличить расстояние между забоями скважин до 10 ячеек. Их число может быть уменьшено на этапе разбуривания [54].

Форма, размер и протяженность тел характеризуются изменениями в рангах вариограмм, которые являются ключевыми параметрами в геостатистике. Размер ячеек выбирается таким образом, чтобы не превысить полуторный шаг рангов вариограмм. Данный выбор основывается на задачи сохранения строения геологических тел. Чаще всего геологические тела

простираются в большей степени в длину чем в ширину. Сохранить строение тела при вертикальном ремасштабировании возможно объединяя слои неравномерно.

Детализация модели возникает при ограниченных исходных данных. Необходимо большее количество вычислительной мощности, при том, что такая сетка не увеличит точность результатов моделирования. Часто, такой фактор, как ориентация сетки не учитывается при построении геологической модели. Он сильно влияет на результаты моделирования. Две одинаковые модели с различной ориентацией сетки представлены на рисунке 1.3, который показывает прорыв воды происходит позднее в добывающих скважинах и расчёт проводится более успешно. Это происходит если ориентация ячеек не совпадает с направлением фильтрационных потоков в пласте. Чтобы расчеты проводились корректно, необходимо развернуть сетку параллельно потоку в пласте. Поток определяется направлением разломов, границами, протяжённостью трещин, региональным стрессом.

При построении геологической модели важно корректно подобрать количество слоёв для наилучшей сохранности неоднородности свойств коллектора. Характер осадконакопления и сравнение способов нарезки представлены в Таблице 1.1

Таблица 1.1 – Характер осадконакопления

Способ нарезки слоев при ремасштабировании геомодели	Характер осадконакопления
С налеганием (Follow top, Follow surface)	Постепенное увеличение площади осадконакопления (например, заполнение выветренных прогибов фундамента)
Пропорционально (Proportional) для равномерно распределенной неоднородности; с прямым указанием объединяемых слоев (Fractions) для неравномерно распределенных прослоев коллектора/ неколлектора	Любое осадконакопление без особенностей (толщины различаются из-за разной степени уплотнения пород)
С эрозией (Follow base)	Срез части накопленных осадков (например, часть бара подвергается эрозии при понижении уровня моря)

Глинистые перемычки в модели должны быть замечены и их протяжённость оценена. Объединять слои важно прямым перечислением слоёв при масштабировании, а не пропорционально. Распределение песчаности по ячейкам показано на Рисунке 1.5. В левой части показаны начальные ячейки геологической модели. В правой и средней части изображены ремасштабированные геологические модели. Рисунок 1.5 показывает, что расчленённость пропадает по разрезам скважин. Это происходит из-за некорректного выбора нарезки слоёв по центру модели и вместо fractions использовали пропорциональный метод. Выбор непропорционального метода объединения слоёв сохраняет вертикальную неоднородность. Но это не исключает тот факт, что вертикальная неоднородность может нарушиться. Так коллекторские и неколлекторские свойства могут быть включены в один слой, если не учитывать литологию. При этом возможно исчезновение гидродинамически непроницаемых перемычек между не связанными пластами в геологической модели. Пропластки, которые принадлежат разным фациям не должны быть объединены.

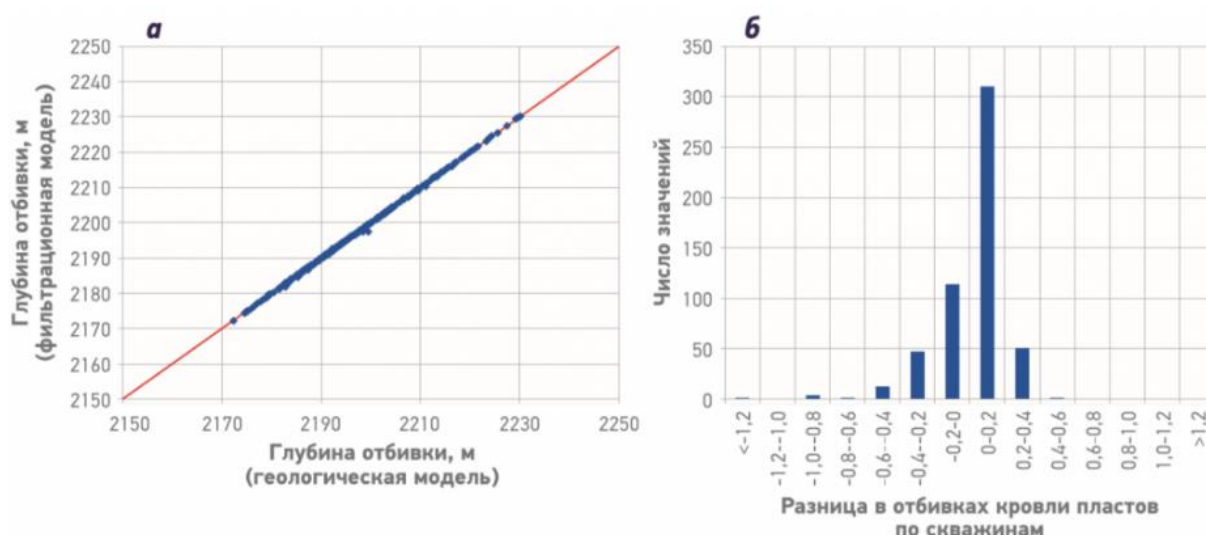


Рисунок 1.5 - Кроссплот (а) и гистограмма разницы (б) отбивок кровли пластов по скважинам геологической и фильтрационной моделей

Сохранение структурной модели является важным критерием качества перехода от геомодели к фильтрационной для чего все маркирующие горизонты должны быть сохранены. Проводится проверка координат скважин. Отклонения координат скважин в геомодели от них в фильтрационной модели представлено на Рисунке 1.6. Группировка точек концентрируется около нулевого значения на таком графике и не выходит за пределы размера ячейки ремасштабированной модели.

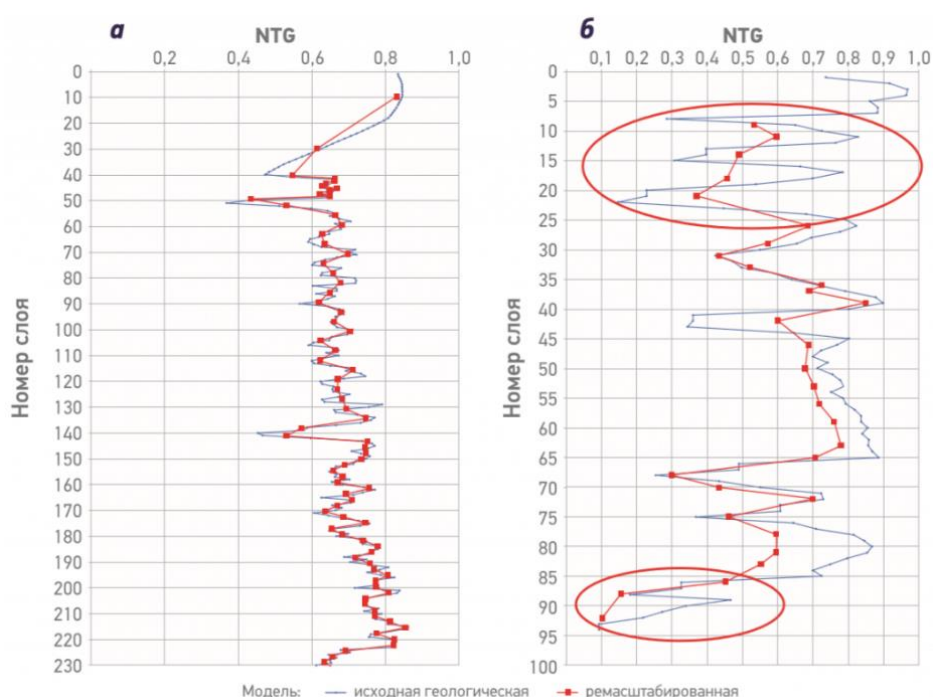


Рисунок 1.6 - Примеры ГСР с сохранением (а) и искажением (б) вертикальной неоднородности в результате апскейлинга

Благодаря тому, что скважина находится в центре ячейки в фильтрационной модели происходит отклонение в определенном диапазоне. В геологической модели отклонение происходит в любой её части. Ряд скважин смещается выше допустимых значений. Это видно по изменению траекторий, которые пересекаются с ячейками сетки. При создании геологической модели в специальное ПО такие искажения могут произойти.

Возникающие ошибки из-за искажения траектории скважин по горизонтали возможно исключить путём сравнения глубин пересечения структурного каркаса модели и скважин фильтрационной модели.

Другой критерий правильности ремасштабирования это сохранение направлений дизъюнктивов. Необходимо проверять траекторию скважин относительно этих дизъюнктивов. Ортогональность ячеек в модели также должна соблюдаться в пределах 30 градусов. Понижение точности расчета неизбежно при увеличении этого значения без особой корректировки. Возможно использование алгоритмов многоточечной аппроксимации потока если корректировка сетки в гидродинамической модели невозможна. Такие алгоритмы корректируют как ортогональность ячеек, так и тензорной проницаемости, что снижает эффект ориентации сетки. Изменение ортогональности происходит в ячейках вблизи разломов. Для решения этой проблем используют зигзагообразные разломы. При их использовании сетка не искажается.

Ремасштабирование свойств пород. Алгоритмы, которые усредняют свойства породы имеют ряд погрешностей. При ремасштабировании имеются способы усреднения свойств пород, приведенные в Таблице 1.2. Ячейки, принадлежащие разным фациальным моделям, объединять не рекомендуется. Если эта необходимость возникает, то возможно использование способа для усреднения свойств как выбор встречающегося значения со взвешивание по объёму ячейки.

В настоящее время существует достаточно широкий спектр методов, позволяющих проводить масштабирование проницаемости, которые имеют различное назначение в зависимости от однородности и анизотропии коллектора. Использование метода ремасштабирования проницаемости по общему тензору на основе информации о направлении потоков считается наиболее удачным вариантом для решения поставленной задачи.

Масштабирование проницаемости является неотъемлемой частью построения геологической модели (ГМ). Существуют различные методы,

которые зависят от параметра анизотропии и однородности пласта. Одним из наиболее точных методов является ремасштабирование проницаемости в общий тензор на основе различных потоков. В случае расчет полного тензора происходит увеличение времени расчета, которое может быть снижено путем масштабирования с сохранением лишь основных компонентов тензора. Описание анизотропии проницаемости при ремасштабировании фильтрационной модели должно включать в себя все кубы геологической модели, чтобы избежать пустых ячеек, в которых проницаемость будет не определена. Параметры анизотропии должны быть заданы на этапе построения геологической модели, для ее дальнейшей применимости при учете влияния на процесс разработки. Вертикальная анизотропия пласта по оси Z задается в ГМ исходя из проведенных керновых исследований. В дальнейшем, в процессе ремасштабирования будут использоваться лишь два последних куба, которые будут идентифицировать данные о микронеоднородности и начальной макронеоднородности ГМ.

Таблица 1.2 - Алгоритмы ремасштабирования

Параметры	Формула	Алгоритм
Песчанистость	$NTG^{Ups} = \frac{1}{V_b} \sum_{i,j,k} NTG_{i,j,k} \cdot V_{i,j,k}$	Среднее арифметическое со взвешиванием по общему объему ячеек
Пористость	$\varphi^{Ups} = \frac{\sum_{i,j,k} \varphi_{i,j,k} \cdot NTG_{i,j,k} \cdot V_{i,j,k}}{\sum_{i,j,k} NTG_{i,j,k} \cdot V_{i,j,k}}$	Среднее арифметическое со взвешиванием по эффективному объему ячеек
Насыщенность	$S_w^{Ups} = \frac{\sum_{i,j,k} S_{w_{i,j,k}} \cdot \varphi_{i,j,k} \cdot NTG_{i,j,k} \cdot V_{i,j,k}}{\sum_{i,j,k} \varphi_{i,j,k} \cdot NTG_{i,j,k} \cdot V_{i,j,k}}$	Среднее арифметическое со взвешиванием по поровому объему ячеек

Примечания.

NTG Ups, jUps, SwUps – ремасштабированные соответственно песчанистость, пористость и водонасыщенность; $V_{i,j,k}$, $N_{i,j,k}$, $j_{i,j,k}$, $Sw_{i,j,k}$ – значения в ячейке с индексами i , j , k соответственно объема ячейки, песчанистости, пористости и водонасыщенности; V_b – суммарный объем ячеек.

Полученные значения по микронеоднородности можно заложить в гидродинамическую модель в случае невозможности ее учета в ГМ. Учет анализа анизотропии в ГДМ задается путем произведения на вертикальную проницаемость, значения которой были получены в процессе ремасштабирования.

Корреляционные зависимости пористости от проницаемости, полученные по керновым исследованиям, используются при распространении проницаемости по геологической модели. В таком случае перед геологом и гидродинамиком появляются две альтернативы: ремасштабирование пористости или проницаемости. Экспоненциальная зависимость между указанными параметрами пласта говорит о резком изменении проницаемости в случае незначительного уменьшения или увеличения пористости. Таким образом, значения пористости будут сильно отличаться от исходных в случае объединения нескольких ячеек., их различие будет зависеть от степени неоднородности пласта-коллектора, а также качество проводимого ремасштабирования. Именно поэтому необходимо проведение апскейлинга проницаемости для дальнейшего качественного оценивания ремасштабирования полученных свойств при составлении геолого-статистических разрезов начальной и измененной ГМ.

- Необходимо сохранять распределение медианных значений на гистограммах свойств;
- Оценивать интервал отклонений на картах разницы свойств, который должен находиться в пределах 5%;
- Сохранение глинистых пропластков на геологических разрезах;

- Оценка запасов углеводородов (УВ) и их сравнение.

На Рисунке 1.6 приведены два примера ГСР, иллюстрирующих степень сохранения вертикальной неоднородности. На Рисунке 1.6а ремасштабирование практически не повлияло на распределение глинистых перемычек, а на Рисунках 1.6, б заметно искажение вертикальной неоднородности в верхней и нижней частях пласта [49]. Качество проведенного ремасштабирования может быть оценено с помощью оценки величины отклонения результатов расчета модели с увеличенными ячейками в сравнении с начальной сеткой ГМ.

Другой, очень значимый факт, связанный со свойствами породы, заключается в том, что фильтрационные и деформационные характеристики породы в значительной степени зависят от формы и ориентации зерен. Этот факт также был признан в ходе исследований ученых. В исследованиях компании ЗАО «Сибнефтепроект» был проанализирован этот феномен в соответствии с будущим использованием в ГРП [33]. Ориентация вектора максимального напряжения в породе соответствует направлению наибольшей проницаемости. По этой причине искусственный разрыв пласта при гидравлическом разрыве всегда выполняется в ориентации, соответствующей максимальному напряжению. Расположение нагнетательных и добывающих скважин на месторождениях соответствует ориентации горных пород. Нет смысла ставить скважины перпендикулярно длинной оси не изометрических частиц породы (зерен), потому что они будут иметь большее сопротивление потоку жидкости. Существует множество исследований, в которых указывается на сложную систему проницаемость-разрыв, которая играет огромную роль в производительности пласта. Научные сотрудники Н.И. Хисамутдинов, И.В. Владимиров, В.В. Литвин проанализировали влияние анизотропии и описали его в работе [34-36]. Были сделаны очень сложные сценарии, при которых симулировалась гидродинамическая модель. Эти сценарии подразделялись по значениям анизотропии проницаемости пласта при разных направлениях этого

параметра. Более того, в работе описаны не только горизонтальные, но и вертикальные изменения проницаемости и их влияние. Считается, что значение анизотропии вертикальной проницаемости ниже 10 ($k_h / k_v == <10$) не так сильно влияет на добычу нефти, и в расчетах можно пренебречь.

Исследования показывают, что изотропный резервуар имеет интенсивный обмен жидкостями между слоями. В то же время, наряду с гидродинамическими силами, гравитационные силы играют значительную роль (разница в плотности нефти и воды в пластовых условиях значительна). Следовательно, сочетание двух компонентов скорости жидкости в пласте приводит к не фронтальному вытеснению нефти водой. Что касается случая с коллекторами, обладающими значительной пространственной анизотропией - ясно видно, что в этом случае фронтальный режим вытеснения нефти более характерен. В то же время этот вариант имеет более высокое значение остаточной нефтенасыщенности, что указывает на более низкую эффективность вытеснения нефти. Кроме того, анизотропные коллекторы характеризуются

лучшей производительностью (более длительный период добычи нефти без воды), чем для слабо анизотропных коллекторов. Однако в случае прорыва воды на забой добывающих скважин для сильно анизотропных пластов наблюдается резкое падение дебита нефти и быстрое увеличение содержания воды, и эффективность вытеснения нефти снижается в большей степени.

Кроме того, были выполнены серии смоделированных случаев, соответствующих различным режимам работы коллектора: при поддержании давления выше давления насыщения и без поддержания давления - газ выходит из нефти. Полученные результаты дают важные данные о параметрах добычи по месторождению при различных сценариях разработки в соответствии с осью направления, степенью и углом анизотропии проницаемости.

Обобщая все данные и полученные результаты - очень важно

учитывать вертикальную и горизонтальную анизотропию и то, как она влияет на пласт. Моделирование показывает, что коррекция геологической модели по значению анизотропии проницаемости вносит изменения в расчет коэффициента извлечения нефти и экономических показателей. Многочисленные исследования показывают, что это может влиять не только на эффективность добычи нефти, но и на правильное гидроразрыв пласта, заложению расстояния между скважинами и их ориентацию. Кроме того, данный параметр качественно и количественно влияет на выбор всей стратегии разработки месторождения.

ГЛАВА 2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Стратиграфия

В соответствии с Рисунком 2.1. продуктивный разрез в пределах юго-восточного Арыкумского прогиба представлен кумкольской, акшабулакской (средняя, верхняя юра) и даулской (нижний мел) свитами.

Нижнекумкольская подсвита (J_3km_1).

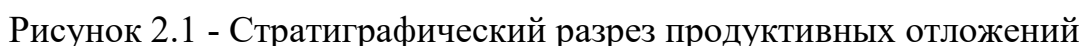
Подсвита вскрыта 10 скважинами. Верхняя часть пачки состоит из темно-серых до серо-зеленных аргиллитов, которые заменяются прослоями алевролитов с песчаниками. Также заметны тонкие прослои углистых отложений. По изученным материалам по керну заметны плоскости скольжения. Нижняя часть состоит из мощной пачки песчаников, достигающая 44 м. Песчаники хорошо сортированные, серые, среднезернистые, цемент-глинисто-карбонатный. Мощность подсвиты варьируется в диапазоне от 34,3 до 73,1 м. К пачке приурочен горизонт J4.

Среднекумкольская подсвита (J_3km_2) разделяется на два горизонта: нижний и верхний.

Нижний горизонт ($J_3km_2^1$) представлен светло-серым песчаником, рыхлым и слабо уплотненным, кварцевым, заменяющийся в верхней части разреза обломками гравелита размеров от 2,1 мм до 1,4 см. Мощность слоя равняется 23 м. Горизонт залегает на поверхности фундамента. Песчаная пачка приурочена к продуктивному горизонту ЮЗ, который литологически разделяется на два горизонта: терригенный ЮЗт и карбонатно-терригенный ЮЗа.

Горизонт ЮЗа сформирован отложениями светло-серого известняка, часто включающий тонкие прослои алевролитов и песчаников. Терригенный горизонт ЮЗт – располагается в основании разреза и представляет собой отложения светло-серых песчаников, разнозернистых, кварцевых, слабо уплотненных и с

В пределах западной части структуры изучаемый горизонт выклинивается из разреза и замещается верхнекумкольской подсвитой.



38

акшабулакской свит. По спорово-пыльцевым комплексам возраст отложений кумкольской свиты, определен как оксфорд-келловейский, акшабулакской - титон-кимериджский. Оксфордский + келловейский ярусы - J3o+kl Кумкольская свита -J3km В Арыкумском прогибе кумкольская свита расчленяется на три подсвиты: 20 нижнюю, среднюю и верхнюю. Нижняя подсвита развита только во внутренних частях грабен-синклиналей. Нижнекумкольская подсвита (J3km1).

Толщина подсвиты варьирует от 34,4 до 73м. К пачке приурочен горизонт Ю-IV.

Титонский+кимериджский ярусы - J3tt+km Акшабулакская свита - J3a В Арыкумском прогибе свита расчленяется на две подсвиты: нижнюю и верхнюю. В пределах свиты получили развитие древние русла палеорек различной направленности и характеризующихся мощными скоплениями песка и песчаника с хорошей проницаемостью и нефтенасыщенных по данным ГИС и испытаний скважин. Общая толщина акшабулакской свиты варьирует в пределах 9,2-99,1 м. По данным пробуренных скважин в пределах свиты получил развитие продуктивный горизонт Ю-0, который в свою очередь делится на Ю-0-1 (пласты А и Б) и Ю-0-2. Нижняя подсвита на площади месторождения А делится на три части.

Нижняя часть представлена пачкой глин серого цвета и алевролитов, включающие в себя линзы мелкозернистого нефтенасыщенного песчаника. Толщина варьируется от 5 до 18 м. Центральная часть представлена в основном глинистыми алевролитами, чередующимися с плотными прослоями песчаника. Нижняя и центральная часть обладают высокими фильтрационно-емкостными свойствами. Толщина варьируется в пределах 19 -27 м. Верхняя часть сформирована глинами зеленого цвета и алевролитами. . Толщина пачки в пределах 4-18,5м. К нижней подсвите приурочен продуктивный пласт Ю-0-1б.

2.2 Литологическая характеристика пород фундамента и нижней части осадочного чехла (пласты Ю3А и Ю3Т)

Породы фундамента представлены гнейсами, хлорито-сирицитовыми, глинистыми сланцами и кварцитами. По полученным материалам об описании керна можно сказать, что фундамент представлен трещиноватыми породами, разрушенными в кровельной части и с явными признаками наличия коры выветривания. Данный коллектор имеет низкие фильтрационно-емкостные свойства.

В пределах месторождения А в 61 скважинах вскрыты прослой пород палеозойского комплекса, определенные по керну как породы нижнего карбона, представленные известняками, мергелями, доломитами серыми и темно-серыми аргиллитами, алевролитами, гнейсами. Фактическая информация по анализу кернового материала представлена на Рисунке 2.2

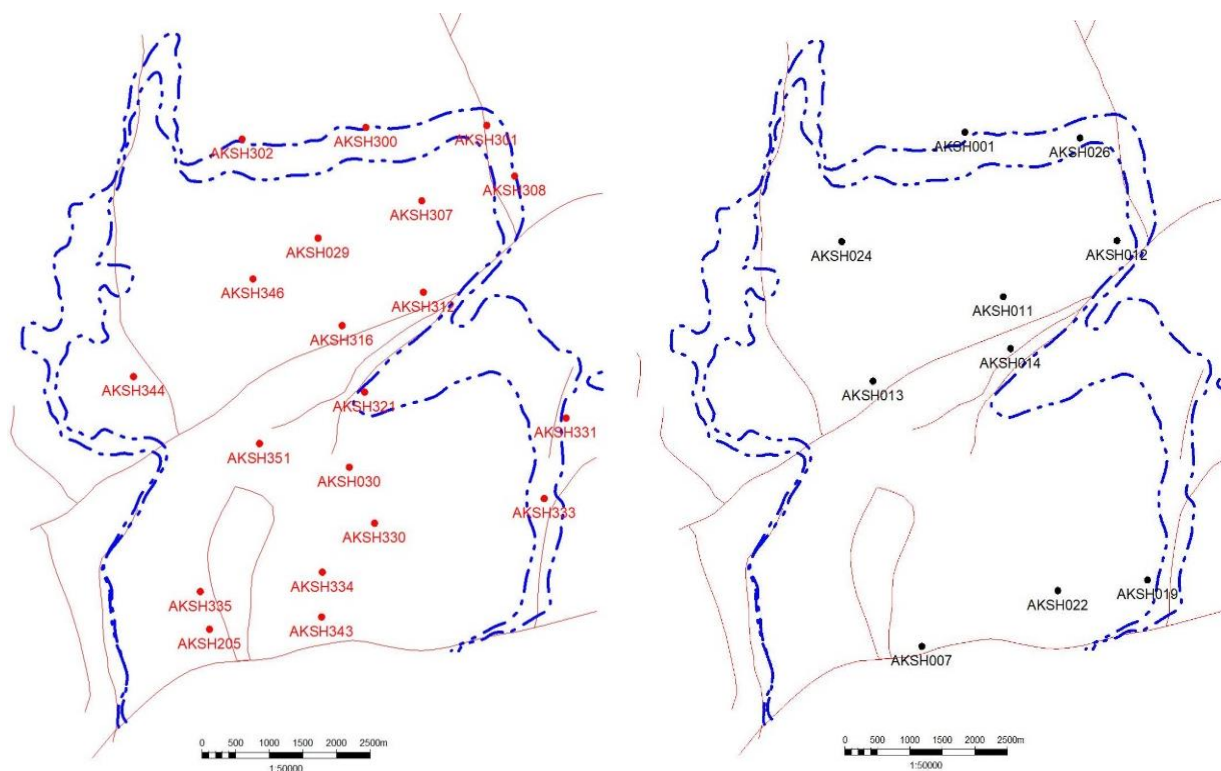


Рисунок 2.2 - Расположение скважины с фотографиями и описанием керна (слева) и скважины только с описанием керна (справа)

Максимальная вскрытая толщина на текущий момент достигает до 165,9м в скважине АР7.

По ряду скважин (скв. АР9, и АР18) из выветренной части фундамента при испытании в колонне получены фонтанные притоки нефти дебитами соответственно 29,4 м3/сут и 16,4 м3/сут .

Наличие в составе гнейсов повышенного содержания кварца и кварцевых включений (Рисунок 2.3), что характерно для пород рассматриваемого типа, а также продукты разрушения кварцитов, определяют преимущественно кварцевый состав обломочного материала основного продуктивного пласта Ю3Т с низким содержанием (2-5%) глинистых минералов.

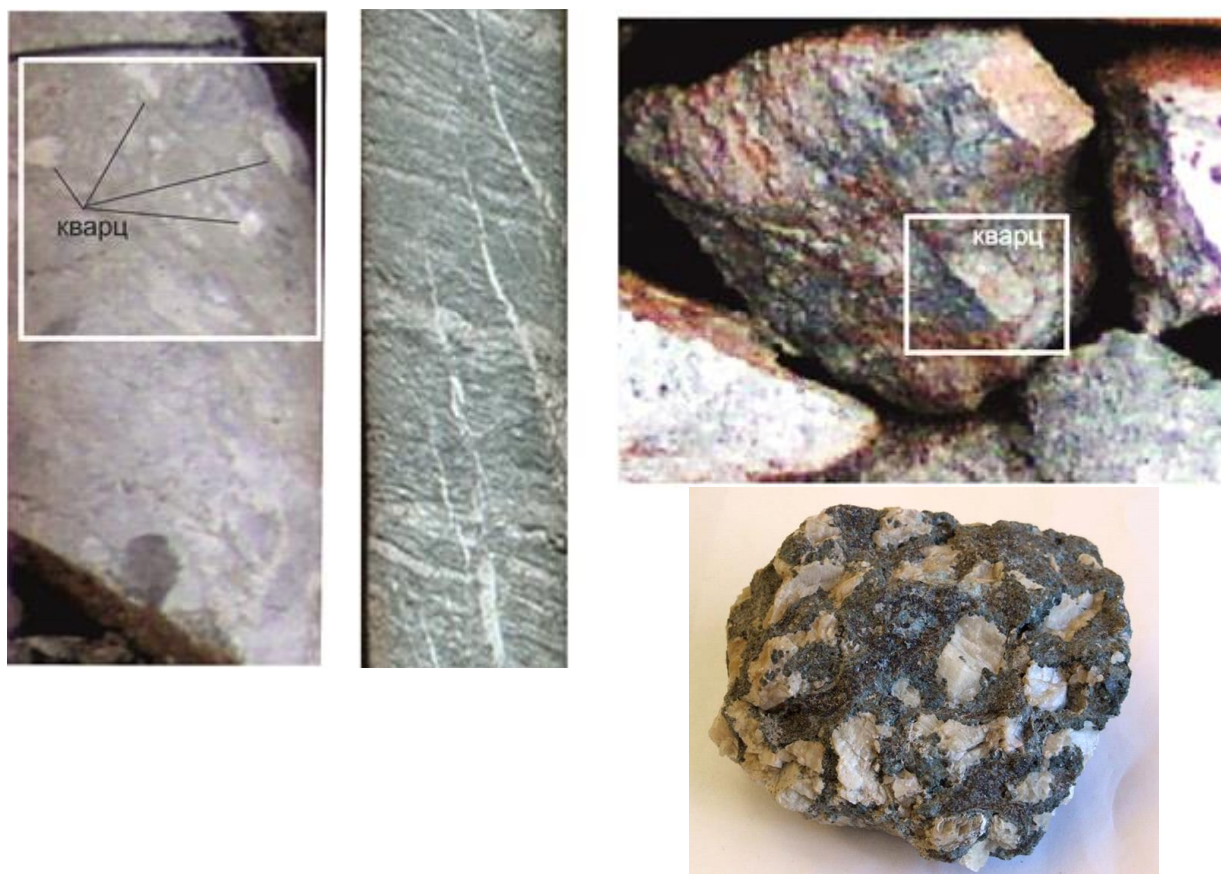


Рисунок 2.3 - Литологическая характеристика пород фундамента (гнейсы)

На момент формирования пласта Ю4, область выхода пород фундамента на дневную поверхность охватывала как месторождения А, так и его западный борт (Рисунок 2.4)

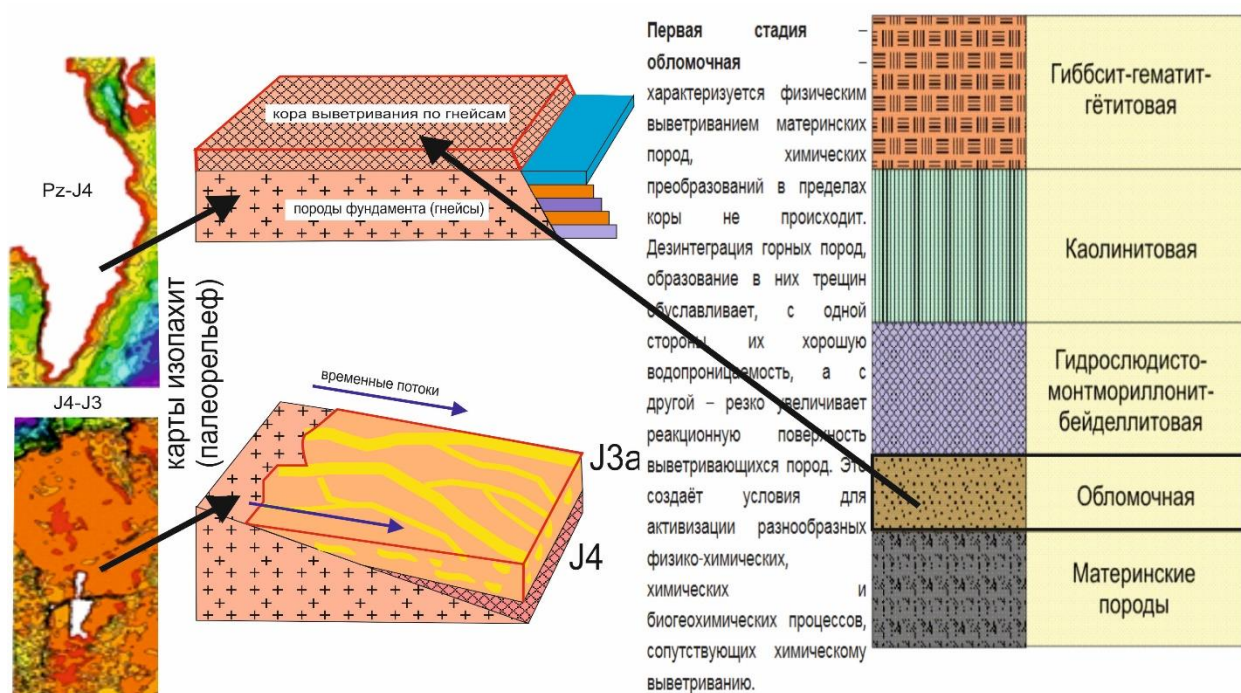


Рисунок 2.4 - Последовательность физического выветривания пород фундамента (гранита) и формирования пласта Ю3Т месторождения А (Белозеров В.Б. 2018)

Исходя из литологической характеристики пласта ЮЗТ, физическое выветривание пород фундамента до начала формирования осадочного чехла объекта исследования соответствовало обломочной фазе, в результате чего кора выветривания была представлена преимущественно грубообломочными породами (Рисунок 2.4).

В дальнейшем, в результате тектонических преобразований и расчленения рассматриваемого объекта на ряд тектонических блоков, на рассматриваемой территории начали отлагаться пласты Ю4 и ЮЗТ (Рисунок 2.4). Исходным материалом для их формирования являлись породы коры выветривания по интрузивным породам (гранитам).

Учитывая, что фундамент месторождения А представлен широким спектром литологический разнородных пород (карбонаты, сланцы, гнейсы и др), источник формирования пласта ЮЗТ необходимо искать за пределами рассматриваемой площади, где образования фундамента представлены преимущественно кварцсодержащими породами (гранитами, гнейсами и др.).

Такие породы выделяются в пределах Аксайской горст-антиклинальной системы, частью которой и является месторождения А

Выделяемая в пределах горст-антиклинория бектургайская серия представлена амфиболит-лептитовым и гранитогнейсовым комплексами.

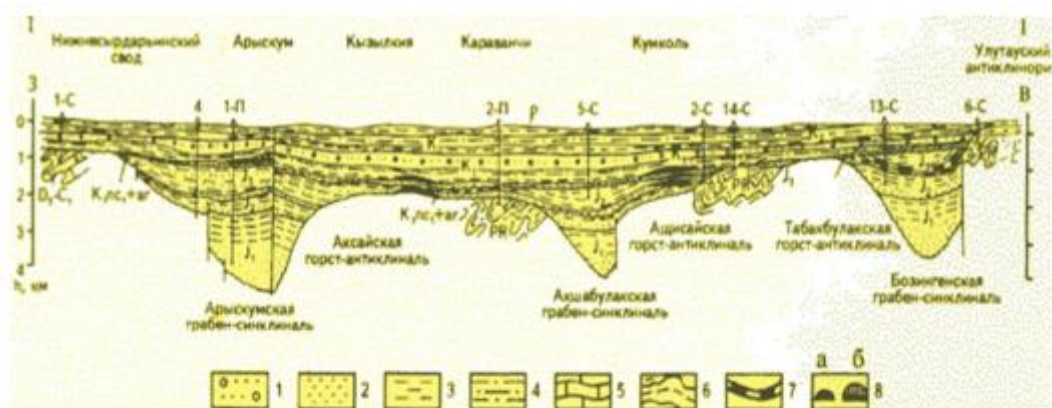
Основная масса продуктов физического выветривания гранитогнейса по отроговой части поступала и распределялась в пределах юго восточной части Арыкумского прогиба.

Однако, учитывая наличие останцовых форм в пределах рассматриваемой структуры, определённая, незначительная, доля терригенного материал могла формироваться за счёт местных источников сноса, представленных карбонатами, аргиллитами и др.

2.3 Тектоника

Тектоника с образом палеотектонических реконструкций. Основной структурой, определяющей современный структурный план региона, является Южно-Тургайский внутриконтинентальный рифт как фрагмент единой крупнейшей внутриконтинентальной рифтовой системы, протягивающейся на север в Западную Сибирь и юго-восток в зону Талассо-Ферганского сдвига. В структуре отчетливо выделяются два прогиба: на юге - Арыкумский, а на севере - Жиланчикский, разделенные Мынбулакской седловиной. В Арыкумском прогибе расположены все открытые месторождения. В его пределах в фундаменте прослеживаются относительно узкие грабены триасовых и юрских пород, а меловые и палеогеновые отложения полностью перекрывают прогиб. Здесь выделяются Арыкумская, Акшабулакская, Сарыланская и Бозингенская грабен-синклинали с амплитудой 2,0-3,5 км. Мощность осадочного чехла обычно не превышает 2,0-3,5 км, а максимальная достигает 5,5 км (Рисунок 2.5).

Представленная на рисунке линия регионального профиля проходит севернее площади месторождения А, расположенного в южной части Акшабулакской грабен-синклинали, ближе к ее западному борту [37].



1 - конгломераты и гравелиты; 2 - песчаники; 3 - аргиллиты; 4 - алевролиты; 5 - известняки; 6 - метаморфические породы фундамента; 7 - нефтенасыщенный горизонт; 8 - залежи: а - нефтяные, б - нефтегазовые

1 - контуры Тургайской НГО;
2 - границы структур II порядка: I - Арысунский прогиб, II - Жиланчикский прогиб, III - Мынбулакская седловина;
3 - границы областей: А - Актюбинской, Т - Тургайской, Д - Джезказганской, К - Кызыл-Ординской;
4 - разломы;
5 - линия профиля;
6 - месторождения: а - нефтяные; б - газонефтяные: 1 - Майбулак, 2 - Арысун, 3 - Кызылкия, 4 - Нуралы, 5 - Аксай, 6 - Коньес, 7 - Бектас, 8 - Ахшбулук, 9 - Кумколь;
7 - поисковые площади: 10 - Дошан, 11 - Караванчи;
Отрицательные структуры III порядка (грабен-синклинали) (цифры в кружках):
1 - Арысунская, 2 - Ахшбулукская, 3 - Сарыланская, 4 - Бозингенская, 5 - Ащикольская, 6 - Баймуратская, 7 - Жанакуральская, 8 - Кулаганская, 9 - Черкитауская, 10 - Сарынская, 11 - Бошакольская

Рисунок 2.5 – Карта тектонического районирования территории Тургайской НГП и разрез по профилю I-I' (В.И. Корчагин 1996 г.)

Формирование огромного по площади прогиба происходило в результате интенсивного движения инверсионного характера в неокомский век, в результате чего накапливались отложения русел рек и ручьев. Тектонические подвижки сформировали отличные условия для будущей миграции углеводородов, генерируемых нижнесреднеюрским угленосно-терригенным комплексом, и их аккумуляции в неантиклинальных ловушках бортовых зон грабен-синклиналей и склонов горст-антиклиналей.

При этом в ловушках длительного конседиментационного развития (Кумколь) формировались преимущественно залежи нефти, а в структурах,

возникших за счет одноактовых подвижек инверсионного геодинамического этапа (Арыскуп), образовались в основном газовые залежи. Раннесинеклизный и позднесинеклизный геодинамические этапы знаменуются накоплением озерных, аллювиально-равнинных и морских комплексов отложений, медленным и стабильным прогибанием центральных частей Южно-Тургайской синеклизы, что благоприятствовало сохранению образовавшихся залежей нефти и газа, вызвало дальнейшее погружение нижнесреднеюрских толщ, дополнительную генерацию ими УВ и их миграцию в сторону бортовых частей грабен-синклиналей и разделяющих их горстов. В тектоническом плане месторождения А расположено на стыке двух крупных тектонических элементов II порядка: Аксайской горстантиклинали и Акшабулакской грабен-синклинали. К северо-востоку от выступа расположено локальное поднятие Восточный Акшабулак, отделенное седловиной от Акшабулак Центрального (Рисунок 2.6).

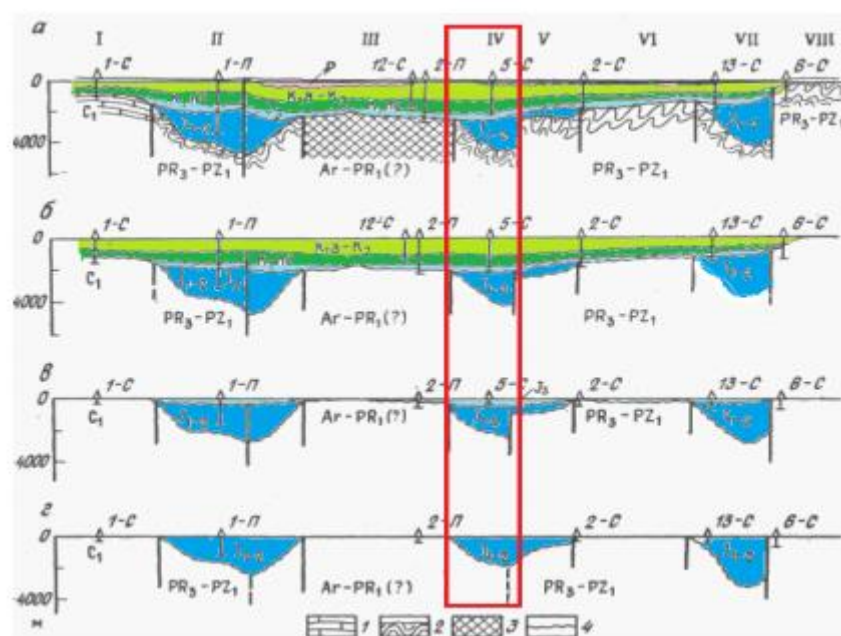


Рисунок 2.6 - Палеотектонические профили Южно-Тургайской синеклизы

а – к современному моменту; к началу периода:

б – палеогенового,

в – мелового;

г – к началу позднеюрской эпохи.

1 – известняки; 2 – алевролиты; 3 – карбонаты; 4 – граница слоев. Тектонические элементы: I – Нижнесырдарьинский свод; грабен-синклинали: II – Арыскупская; IV – Акшабулакская; VII – Бозынгенская; горсты: III – Кудукский; V – Сорбулакский; VI – Акшийский; VIII – антиклинорий Улутау

Палеотектонические профили Южно-Тургайской синеклизы
Месторождение А расположено в южной части Акшабулакской грабен-синклинали, приуроченной к Арыскупскому прогибу (представляющему южную часть Южно-Тургайской впадины на крайнем севере Туранской плиты. Арыскупский бассейн выполнен отложениями мезозоя и кайнозоя (от нижней юры до четвертичной системы), залегающими на протерозойском складчатом фундаменте. По данным сейсмики и бурения скважин на объекте исследования представляет собой брахиантиклинальную складку с двумя сводами, северным и южным и осложнен рядом тектонических нарушений.

Амплитуда сброса по фундаменту 50 м, в юрских отложениях уменьшается до 10 м и затухая в предмеловое время. По кровле горизонта ЮЗТ структура представляет собой брахиантиклиналь, вытянутую в субмеридианальном направлении с двумя сводами и перешейком в районе скв. АР351. На большей площади поднятия горизонт ЮЗТ залегает на поверхности фундамента и, лишь, в восточной и юго-западной частях структуры он перекрывает породы нижнекумкольской подсистемы, в разрезе которой выделяется продуктивный горизонт Ю4. На западном крыле структуры горизонт ЮЗТ выклинивается на фундамент. На северном своде в районе скважины АР18 по сейсмическим и данным бурения выделяется выступ фундамента, в пределах которого отмечается выклинивание горизонта ЮЗ. Горизонт Ю2 нефтеносен, в основном, на южном своде, на северном – продуктивные отложения выделены по ГИС только в одной скважине АР312. Размеры структуры по замкнутой изогипсе –

1680 м составляют 4,1х2,4км на северном своде и 5,3х2,9км на южном своде, амплитуда соответственно 40м и 30м.

В горизонте Ю1 в отличие от нижележащего горизонта Ю2 основные запасы приходятся на северный свод. По кровле горизонта Ю1 по замкнутой

изогипсе -1660м размеры залежи северного свода 7,1х2,8км, амплитуда более

55м, южного—6,5х2,8км, амплитуда 51м.

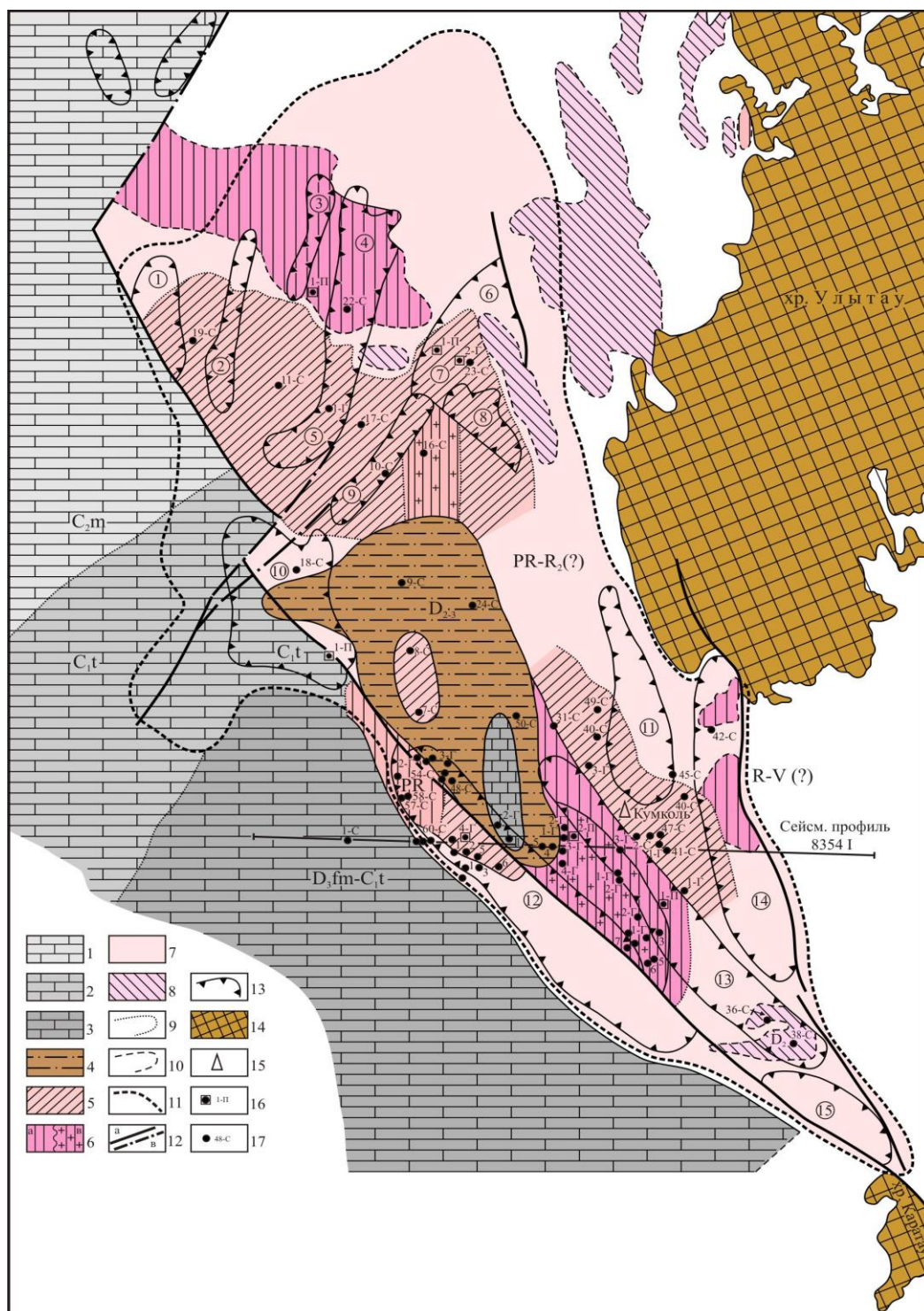
2.4 Литологическая характеристика и условия формирования пласта ЮЗт

Как следует из таблицы, песчаники пласта ЮЗт слагает широкий спектр гранулометрических разностей. В основном сортировка терригенного материала высокая, однако отмечаются прослой пониженной сортировки, но их доля в разрезе коллектора скорее всего будет незначительна. В скважине АР29 отдельные прослой песчаника имеют как плохую, так и хорошую сортировку, при этом отмечается преобладание фракций более 1мм, 0,5-0,25мм и 0,25-0,1мм.

Высокое содержание каолинита (50-90%) при низком содержании глинистых фракций (3-5%) указывает на континентальную обстановку седиментации пласта ЮЗт.

Основная масса обломочного материала представлена кварцем, распределение которого по разрезу не имеет явно выраженной слоистости. Наблюдаемую сортировку обломочного материала в большей степени необходимо связывать не с влиянием гидродинамических процессов, а с возможностью водного потока перемещать кварцевые зёрна определённого фракционного состава.

В целом в пределах месторождения отмечается градационная слоистость песчаного пласта ЮЗт обусловленная в основном переслаиванием разностей различного гранулометрического состава.



Комплексы пород: 1-карбонатные образования C_{2m}; 2-карбонатные образования C_{1t}; 3-карбонатные образования D_{3fm-C1t}; 4-терригенные образования D₂₋₃; 5-майтюбинская серия; 6-бектурганская серия (а-амфиболит-лептитовый комплекс, в-гранито-гнейсовый и амфиболит-лептитовый комплексы); 7-метаморфические породы PR-R₂(?) не разделенные по составу и возрасту; 8-метаморфические породы основного и ультраосновного состава не

разделенные по возрасту. Границы распространения комплексов: 9-по геологическим данным; 10-по геофизическим данным. 11-границы Южно-Торгайского прогиба. 12-основные разломы (а-установленные, в-предполагаемые). 13-триас (?) -юрские грабен-синклинали (цифры в кружках): 1-Ащикольская, 2-Баймуратская, 3-Жаман-Аккольская, 4-Жанакуральская, 5-Кулагакская, 6-Сарыкская, 7-Бошакольская, 8-Кайдагульская, 9-Шеркитауская, 10-Жинишкекумская, 11-Сарыланская, 12-Арыскупская, 13-Акшабулакская, 14-Бозингенская, 15-Даутская. 14-выходы на поверхность домезозойских отложений. 15-месторождение Кумколь. 16-параметрические скважины. 17-структурные и глубокие скважины

Рисунок 2.7 – Схема геологического строения домезозойских образований Южно-Торгайского бассейна

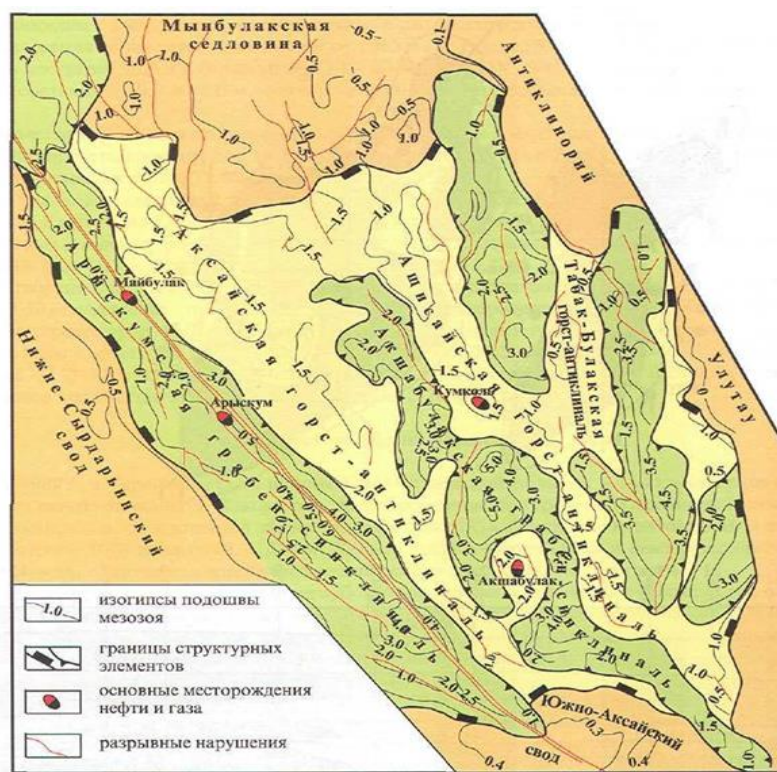


Рисунок 2.8 - Схема структурно-тектонического районирования осадочного чехла (Э.С. Воцалевскому)

Проведённые гранулометрические исследования свидетельствуют о «грубозернистости» коллектора (Таблице 2.1)

Таблица 2.1

Петрофизические и гранулометрические исследования пласт ЮЗТ

Метр	Метр	Лабораторный номер	Глубина, м	Стратиграфия	Горизонт	Краткое описание керна	Пористость, %		Фракционный состав						Карбонатность, %	Проницаемость, мД			
							Итоговая пористость, %	Итоговая пористость, г/см³	Песчаная	Глинистая	Исходная пористость, %	>1	1-0,5	0,5-0,25		0,25-0,1	0,1-0,01	<0,01	Горизонтальная
143	7	33	1810,6	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Алеврит	2,66	2,2	17,3	17,3	-	-	0,2	0,3	61	7,9	28,6	-	-
147	7	38	1809,9	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Известняк	2,72	2,53	7	6,9	0,1	0,3	4,2	3	14	2,1	76	0,11	-
148	7	39	1811,1	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,64	1,95	26,1	25,6	3,3	13	18	37	24	4,6	0,8	-	-
149	7	40	1811,4	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Алеврит	2,66	2,1	21,1	20,9	3,7	10	8,1	5	61	10,6	1,8	65,02	-
150	7	41	1811,6	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Алеврит	2,63	2,2	16,3	16	0,2	8,7	8,7	8,9	51	14,7	2,3	17,6	-
151	7	42	1811,7	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Алеврит	2,64	1,98	25	24,4	0,2	8,4	8,4	20	51	10,2	1,5	17	-
152	7	43	1811,9	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,63	1,93	26,6	26,5	2,3	15	15	28	34	4,8	1	1074	-
153	7	44	1812,15	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,61	1,87	26,6	26,5	2,6	5,8	7,4	54	25	3,5	1,2	-	-
154	7	45	1812,4	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник слабо	2,61	1,95	25,2	24,9	4,1	11	22	47	12	2,9	1,3	-	-
155	7	46	1812,65	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник слабо	2,62	1,98	24,4	24,4	5,1	16	24	37	14	3,8	1	-	-
156	7	47	1812,9	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,62	1,92	26,7	26,6	3,8	11	21	43	18	3	0,7	-	-
157	7	48	1823,1	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Алеврит	2,68	2,24	16,4	16,4	5	10	4,9	2,5	64	10,9	2,5	10,54	-
158	7	49	1825,4	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник слабо	2,71	2,66	1,8	1,6	1,4	1	39	15	8,2	2	34,2	0,23	-
486	11	109	1839,5	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок	-	-	-	-	1,5	6,3	70	18	2,6	1	0,8	-	-
487	11	110	1840,00	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок	-	-	-	-	0,5	6,2	72	16	2	1,7	1,9	-	-
488	11	111	1840,5	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок	-	-	-	-	1,1	6,5	72	15	2,3	1,7	1,3	-	-
489	11	112	1841,00	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок	-	-	-	-	0,7	6,3	72	16	2,7	1,5	1	-	-
490	11	113	1841,5	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок	-	-	-	-	1,6	6,6	70	16	2,1	2	1,4	-	-
491	11	114	1842,00	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок глини-	-	-	-	-	1	4,4	44	15	22	11,5	2,1	-	-
492	11	115	1842,5	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок	-	-	-	-	1,1	6	66	16	4,5	5,2	1,2	-	-
493	11	116	1843,00	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок	-	-	-	-	2,3	5,8	69	16	3,7	2,1	1,1	-	-
494	11	117	1843,5	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок	-	-	-	-	1	4,1	61	19	9,1	3,8	1,6	-	-
495	11	118	1844,00	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок	-	-	-	-	2,5	8	69	16	2,4	1,3	1,2	-	-
496	11	119	1844,5	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок	-	-	-	-	1,2	4,7	67	20	3,3	1,6	2,1	-	-
497	11	120	1845,00	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок	-	-	-	-	1,6	3,6	61	24	5,7	2,6	1,8	-	-
498	11	121	1845,5	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок	-	-	-	-	1,7	4,3	68	21	3	1,4	1,1	-	-
499	11	122	1846,00	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок глини-	-	-	-	-	0,7	1,6	26	18	32	20,1	1,7	-	-
500	11	123	1846,5	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок глини-	-	-	-	-	13,1	4,4	16	10	36	18,5	2,1	-	-
501	11	124	1847,00	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песок слабо	-	-	-	-	13,7	1,4	55	10	11	6,6	2,2	-	-
784	14	145	1851,00	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,83	2,51	11,4	11,4	21	6,9	8,8	5,3	40	14,8	3,5	1,53	-
785	14	86	1851,1	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Алеврит	2,73	2,45	10,3	10	3,8	3	5,1	2,9	54	27,5	3,5	0,85	-
786	14	146	1851,4	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Алеврит	-	-	-	-	27,3	2,5	5,3	3,8	39	16,6	5,4	-	-
787	14	87	1853,3	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,67	2,02	24,3	23,8	7,2	7,8	68	9	2,3	4,5	1,7	-	-
788	14	147	1853,5	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	2,08	21,8	21,2	4,7	11	68	7,4	4,2	2,8	1,9	1074	-
789	14	88	1853,6	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	2	24,8	24,5	5,4	6,9	71	10	1,8	3,6	0,6	4410	-
790	14	148	1853,4	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,65	2,07	21,8	21,1	6,2	11	68	6,4	3,8	3,7	0,8	1518	-
791	14	149	1853,7	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	2,04	23,3	22,8	4,2	9,4	71	7,2	4,3	3,1	1,2	1142	-
792	14	150	1853,8	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	2,05	22,9	22	4,7	8,1	67	9,9	5,8	3,3	1,6	1388	-
793	14	89	1853,9	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,69	1,97	26,3	25,2	3,7	5,6	69	12	2,9	4,9	1,4	3213	-
794	14	151	1853,2	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	2,06	22,5	22	3,4	8,4	72	7,2	4,2	3,7	1,4	2505	-
795	14	152	1854,00	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	2,05	22,9	22,5	1,5	9,3	66	6,1	4	3	10,5	2230	-
796	14	153	1854,1	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,64	2,04	22,7	22,5	5,1	12	69	5	3,4	3,7	2,2	2971	-
797	14	90	1854,3	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	2	24,8	24,2	3	8,5	69	11	2,4	4,5	1,4	-	-
798	14	154	1854,4	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,65	2,02	23,7	23,4	3,6	10	69	9,7	2,8	3,6	1,1	3015	-
799	14	155	1854,5	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,64	2,03	23,1	23	2,2	11	72	9,3	1,9	3,2	1,2	2083	-
800	14	156	1854,6	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	2,03	23,6	23,1	3,1	9,5	75	7	2	2,9	0,9	1448	-
801	14	91	1854,7	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,69	2,02	24,9	23,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
802	14	157	1854,8	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	2,05	22,9	22,3	5,7	12	62	14	3	2,4	0,9	2594	-
803	14	92	1855,00	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,68	2,05	23,5	22,7	7,7	11	67	7,7	2,2	2,7	2	2660	-
804	14	93	1855,3	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,68	2,09	22	21,5	7,5	13	62	7,8	2,4	3,8	3,2	2931	-
805	14	94	1855,7	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,68	2,02	24,6	23,8	4,6	7,2	62	20	2,4	3,6	0,9	3333	-
806	14	95	1856,1	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,67	2,01	24,7	24	2,2	8,3	71	11	2,2	4,4	0,7	3749	-
807	14	96	1856,4	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,68	1,96	26,1	25,2	3,2	5	66	20	2,9	2,5	0,5	2619	-
808	14	97	1856,7	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,67	1,98	25,8	25	2	3,6	62	24	2,4	5,1	0,5	2644	-
809	14	98	1857,00	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,67	2	25	24,6	1,5	2,8	65	25	3,5	2	0,4	1717	-
810	14	158	1857,7	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	2	24,8	24,1	1,5	4,7	72	14	3	3,9	0,5	1957	-
811	14	159	1857,8	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,65	1,98	25,2	24,8	1,6	4,5	67	20	3,2	2,5	1,1	1818	-
812	14	160	1858,00	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,65	1,98	25,2	24,8	2,1	3,9	65	23	4,1	1,7	0,5	2456	-
813	14	161	1858,1	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	2,01	24,4	23,9	8,5	12	64	7,3	3,5	2,8	1,9	5411	-
814	14	162	1858,2	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,65	2,04	23	22,6	5	10	74	3,9	3,1	2	1,6	2423	-
815	14	163	1858,3	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,65	1,99	24,9	24,2	4,6	12	72	5,7	2,6	1,5	0,9	4508	-
816	14	99	1858,6	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,68	2,05	23,2	22,4	10,1	11	67	5,8	2,5	2,8	0,4	2876	-
817	14	164	1858,4	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,63	2,03	22,8	22,5	4	13	70	6,5	4,3	2,2	0,6	2179	-
818	14	165	1858,5	ЮЗТ21	Ю-IIIг	Песчаник	2,65	2	24,5	23,8	3,7	11	69	9,5	3,6	2,5	0,4	4336	-

Продолжение таблицы 2.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
820	14	166	1858,9	Ю-IIIг	Песчаник	2,64	1,97	25,4	25,2	3,8	12	70	6,4	3,8	1,8	1,8	6689	-	-
821	14	101	1859,00	Ю-IIIг	Песчаник	2,65	2	24,5	24,4	4,8	11	68	8,7	3	3,1	0,7	3407	-	-
822	14	167	1859,1	Ю-IIIг	Песчаник	2,65	1,98	25,2	24,8	0,7	4,1	78	4,3	4,7	5,8	2,2	3669	-	-
823	14	102	1859,3	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	2,02	24	23,4	6,5	10	70	7,5	3	2	0,8	2301	-	-
1038	22	74/83001	1835,5	Ю-IIIг	Песчаник	2,63	-	-	28,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1039	22	75/29037	1838,64	Ю-IIIг	Песчаник	2,6	-	-	27,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1096	24	61	1885,6	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	1,85	30,4	29,8	-	-	-	-	-	-	-	2726	-	-
1097	24	60	1886,41	Ю-IIIг	Песчаник	-	2,45	-	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1098	24	62	1886,51	Ю-IIIг	Песчаник	-	2,7	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1138	26	33	1895,3	Ю-IIIг	Песчаник	-	-	-	-	1,3	5,1	44	14	23	12,5	0,8	-	-	-
1139	26	34	1895,6	Ю-IIIг	Песчаник	-	-	-	-	1,1	5,5	47	14	22	10	0,7	-	-	-
1215	28	78	1897,00	Ю-IIIг	Песчаник	-	-	-	-	23,4	17	13	6,5	21	18,5	1,3	-	-	-
1216	28	73	1906,3	Ю-IIIг	Гравелит	-	-	-	-	89,1	3,2	2,1	0,9	2	2,2	0,5	-	-	-
1217	28	74	1906,7	Ю-IIIг	Гравелит	-	-	-	-	86	3,4	1,8	1,1	2,4	4,5	0,8	-	-	-
1218	28	75	1907,00	Ю-IIIг	Гравелит	-	-	-	-	88,3	3,8	2	0,9	2,8	1,5	0,7	-	-	-
1219	28	76	1907,3	Ю-IIIг	Гравелит	-	-	-	-	89,1	2,3	1,7	0,9	2,6	2,6	0,8	-	-	-
1220	28	77	1907,7	Ю-IIIг	Гравелит	-	-	-	-	87,9	2,4	1,9	1,2	3,1	2,3	1,2	-	-	-
1396	29	196/22045	1855,05	Ю-IIIг	Песчаник	2,84	-	-	22,2	-	-	-	-	-	-	-	231	39,6	-
1397	29	132	1855,35	Ю-IIIг	Песчаник	2,72	2,13	21,7	21	6,2	12	35	14	23	7,7	2,3	-	-	-
1398	29	233/22092	1856,00	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	-	-	25,8	-	-	-	-	-	-	-	1688	-	-
1399	29	131	1856,2	Ю-IIIг	Песчаник	2,73	2,18	20,7	20,5	7,9	13	37	16	17	5,4	3,8	312	-	-
1400	29	134	1857,05	Ю-IIIг	Песчаник	2,71	1,98	27,3	27,2	4,3	1,3	2,6	51	30	8,4	2,1	373,7	-	-
1401	29	135	1857,2	Ю-IIIг	Песчаник	2,69	1,9	29,4	29,4	4,8	1,1	28	38	19	6	3,2	1754	-	-
1402	29	198/22243	1857,47	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	-	-	31,6	-	-	-	-	-	-	-	1595	-	-
1403	29	198/22143	1857,57	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	-	-	30,7	-	-	-	-	-	-	-	1160	-	-
1404	29	136	1857,7	Ю-IIIг	Песчаник	2,7	1,85	31,5	30,8	0,8	1,7	1,1	60	25	8,1	3,1	844,7	-	-
1405	29	137	1858,05	Ю-IIIг	Песчаник	2,67	2,01	25,5	24,1	2,1	5,1	17	23	42	8,6	2,8	310,6	-	-
1406	29	138	1858,4	Ю-IIIг	Песчаник	2,7	1,99	28,7	28,7	0,9	1,3	5,8	16	61	12,6	2,9	-	-	-
1407	29	199/22042	1858,54	Ю-IIIг	Песчаник	2,65	-	-	26,4	-	-	-	-	-	-	-	291	290	-
1408	29	139	1859,12	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	1,89	28,9	28,3	1,5	3,8	77	8,4	5,2	3	1	4750	-	-
1409	29	140	1859,22	Ю-IIIг	Песчаник	2,65	1,9	28,3	26,7	1,1	2,9	75	11	6,7	2,7	0,6	-	-	-
1410	29	200/23049	1859,35	Ю-IIIг	Песчаник	2,64	-	-	28,5	-	-	-	-	-	-	-	7960	7471	-
1411	29	201/23050	1859,8	Ю-IIIг	Песчаник	2,64	-	-	28,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1412	29	133	1860,2	Ю-IIIг	Песчаник	2,67	1,87	29,9	29,8	2,7	1	25	43	20	6,5	1,5	2553	-	-
1413	29	197/22044	1860,4	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	-	-	31,2	-	-	-	-	-	-	-	2666	2087	-
1414	29	202/23051	1860,7	Ю-IIIг	Песчаник	2,64	-	-	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1415	29	141	1861,65	Ю-IIIг	Песчаник	2,69	1,91	29,9	27,6	1,2	0,6	25	9,7	58	4,5	0,8	-	-	-
1416	29	203/23052	1861,75	Ю-IIIг	Песчаник	2,64	-	-	29,2	-	-	-	-	-	-	-	3257	2516	-
1417	29	142	1862,1	Ю-IIIг	Песчаник	2,64	1,88	28,7	28,4	-	0,2	12	77	6,7	3,3	1	-	-	-
1418	29	204/23153	1862,22	Ю-IIIг	Песчаник	2,64	-	-	29,1	-	-	-	-	-	-	-	2259	-	-
1419	29	204/23253	1862,32	Ю-IIIг	Песчаник	2,64	-	-	28,8	-	-	-	-	-	-	-	2198	-	-
1420	29	143	1862,46	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	1,87	22,7	22,3	-	0,2	8,6	79	7,7	3,8	1,1	-	-	-
1421	29	144	1862,81	Ю-IIIг	Песчаник	2,67	2,01	24,7	24,6	0,2	0,2	11	71	8	8,3	1,5	-	-	-
1422	29	145	1863,29	Ю-IIIг	Песчаник	2,66	1,92	27,8	27,6	-	0,4	21	64	7,3	4,5	3,2	-	-	-
1423	29	205/23054	1863,45	Ю-IIIг	Песчаник	2,65	-	-	27,9	-	-	-	-	-	-	-	2890	1628	-
1424	29	146	1863,66	Ю-IIIг	Песчаник	2,67	1,89	29,2	28,3	1,4	0,6	27	62	4,5	3,1	1,4	-	-	-
1425	29	147	1864,00	Ю-IIIг	Песчаник	2,65	1,9	28,3	27,9	0,1	1,1	37	53	4,5	2,7	1,6	-	-	-
1426	29	206/23055	1864,29	Ю-IIIг	Песчаник	2,64	-	-	27,4	-	-	-	-	-	-	-	3894	3259	-
1427	29	148	1864,33	Ю-IIIг	Песчаник	2,67	1,94	27,7	26,7	1,5	1,5	37	48	7,3	3,6	0,6	-	-	-
1428	29	149	1864,56	Ю-IIIг	Песчаник	2,68	1,92	28,3	26,6	1,9	2,2	42	44	5,7	2,7	2,1	-	-	-

Литологическая характеристика пласта Ю3т представлена на Рисунке 2.9. Отмечается бессистемное распределение агрегатов кварца по разрезу пласта, что свидетельствует о его транспортировке совместно с более тонкозернистыми осадками.

Такой механизм транспортировки характерен для потоковых фаций с переменным гидродинамическим режимом седиментации, что свойственно осадкам многорусловых рек и пролювиально-аллювиальным отложениям конусов выноса.

Совокупность гранулометрических фракций в составе пласт Ю3т, где их основной диапазон изменяется от фракции более 1 мм до 0,25 мм,

предопределяет высокие фильтрационно-емкостные свойства коллектора, несмотря на грубую сортировку обломочного материала.

Снижение проницаемости отмечается при возрастании в составе обломочного материала тонкообломочных фракций 0,05-0,1 мм и менее 0,1 мм, а также повышенной карбонатизации, наличие которой может быть связано с влиянием местных источников сноса при выветривании карбонатных пород.

Основной массив данных гранулометрических исследований свидетельствует о формировании отложений в условиях активного заполнения канала. Это не противоречит модели пролювиально-аллювиального конуса выноса, формирование которого обусловлено наличием совокупности активных потоковых систем, изменяющих своё положение во времени и пространстве [50].

Отдельные данные с низкими коэффициентами сортировки расположены за пределами выделяемых областей, что свойственно отложениям глинистых стоков

1913м

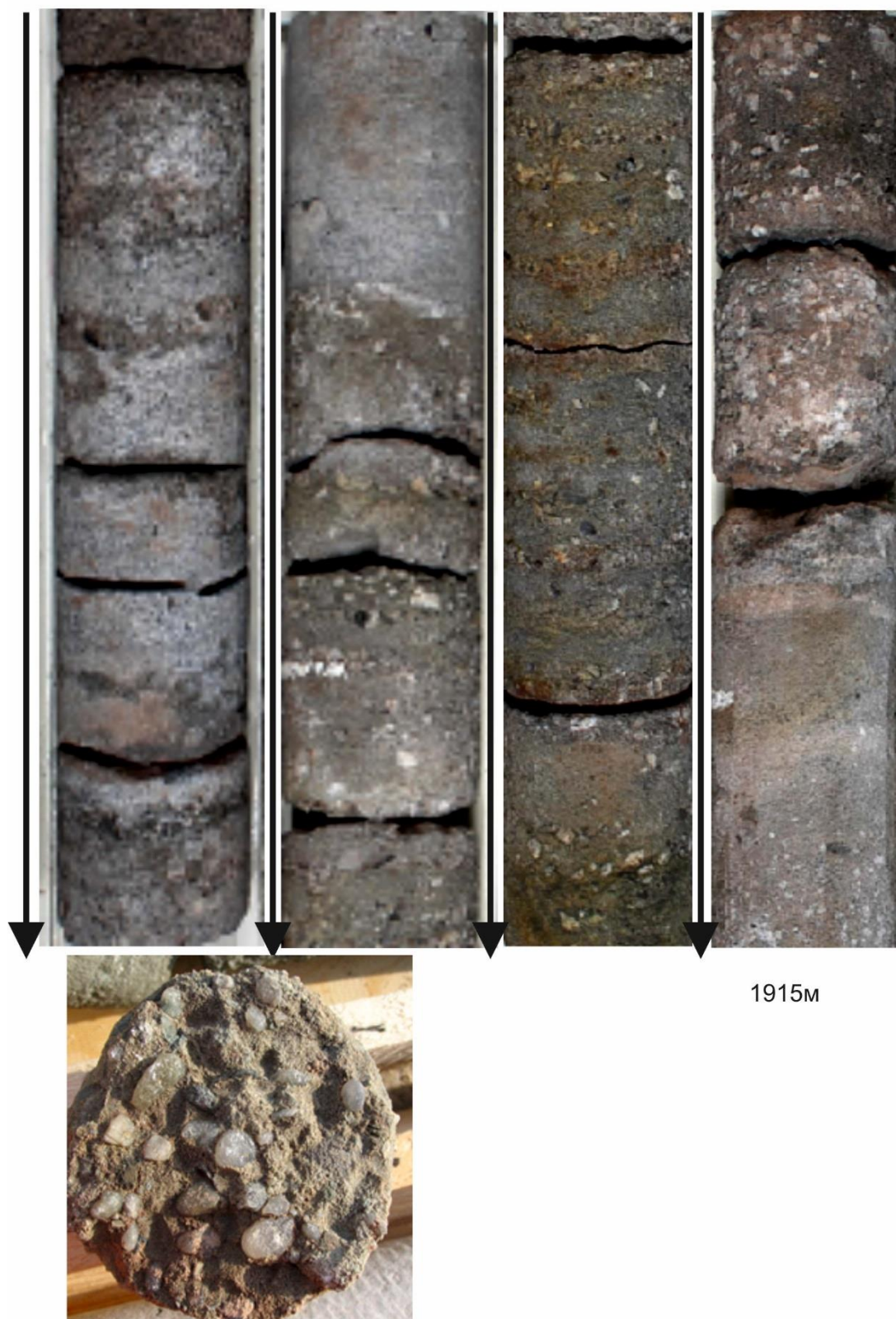


Рисунок 2.9 - Литологическая характеристика пласта ЮЗТ в скважине
АР301

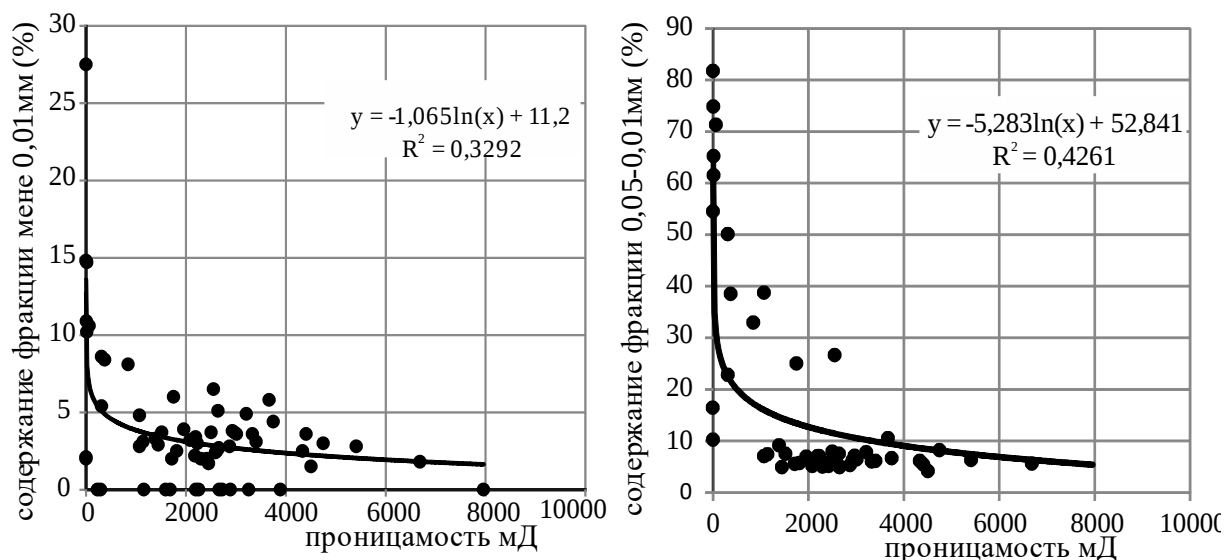


Рисунок 2.10 - Зависимость проницаемости пласта ЮЗТ от процентного содержания фракций 0,05-0,01мм и менее 0,01мм (Коровин М.О. 2018)

Интересные результаты по особенностям строения пласта ЮЗТ получены работами сейсморазведки 3Д в 2005 году.

На карте акустического импеданса, который по определению имеет корреляционную связь с пористостью коллектора, для пласта ЮЗТ отмечается полосовидная система пониженных и повышенных значений этого параметра в пределах месторождения А (Рисунок 2.12 а). Наблюдаемая ориентировка полосовидных зон, вероятно, отображает пространственное распределение потоков, ответственных за транспортировку обломочного материала. В рамках аналогий с пролювиально-аллювиальными конусами выноса (Рисунок 2.12 б) на объекте исследования можно выделить три конуса разгрузки терригенного материала (2,3,4) и одну зону, связанную с осыпью при разрушении останцовой формы в юго-западной части площади.

Концептуальная седиментационная модель пласта ЮЗТ представлена на рисунке 2.12

В соответствии с существующими представлениями на формирование пролювиально-аллювиальных конусов выноса при выходе потока на предгорную равнину его скорость резко падает и влекаемые потоком осадки разгружаются в виде *конуса выноса*, который имеет в плане *веерообразную*

форму. В зависимости от плотности потока (вязкий или жидкий), выходя на равнину, он может либо сразу разгружать несортированную массу грубых обломков в песчано-глинистом матриксе (вязкий селевый поток), либо разделяться на почти прямые русла, по которым разнотернистый материал будет переноситься и дальше, приобретая грубую сортировку (жидкий русловый поток).

Таким образом, обломочный материал в конусе будет иметь грубую сортировку – от вершины к подножью крупность обломков меняется от глыб и щебня в песчано-глинистой массе (*фангломераты*) до супесей и суглинков. Слабую окатанность приобретают только обломки жидких русловых потоков [18].

Рассмотренный выше фактический материал (слабая окатанность материала, грубая сортировка отложений, прямолинейность русловых систем по данным сейсморазведки) свидетельствует о формировании пласта ЮЗт в условиях жидкого руслового потока.

В основу геологической модели должны быть положено пространственное распределение русловых потоков, выявленное по данным сейсморазведки, с учётом фильтрационно-емкостной неоднородности коллектора в пределах русловых систем и междруслового пространства.

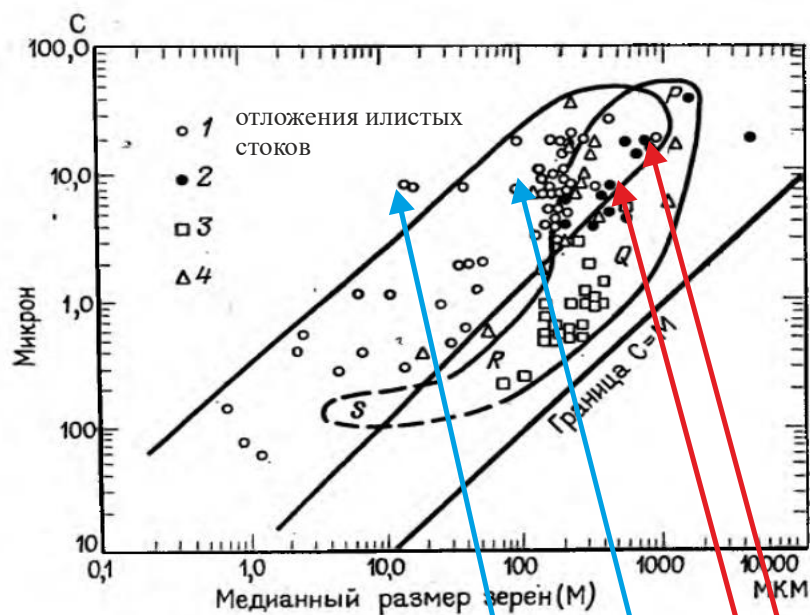
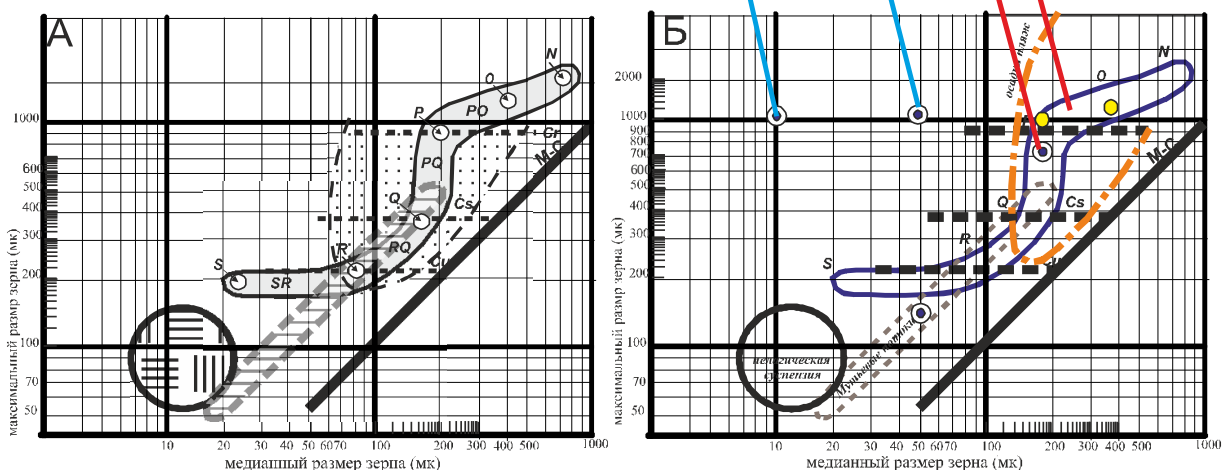


Рис. 8-21. График распределения гранулометрического состава современных отложений аллювиального конуса выноса; округ Фресно, Калифорния. По Баллу [156].
1 — отложения илистых стоков, 2 — отложения, заполняющие русла, 3 — отложения многоруслых потоков, 4 — отложения, образованные приливами; М — медианный диаметр зерен, в микронах



● преобладающий фракционный состав пласта ЮЗт ● отдельные прослои в состав пласта ЮЗт
Осадки поля SR - ниже Cs - морские течения и некоторые реки с медленным течением

Осадки поля PQR, особенно в части, лежащие ниже $C = Cs$, выпадают из градационной суспензии, образующейся в нижних частях быстрых речных потоков, непосредственно у дна.

Осадки поля PO характеризуют смешанный перенос в суспензии и качения по дну, а поле ON практически только путём качения. Эти способы транспортировки в прибрежных условиях, на песчано-гравийных и галечных отмелях, в некоторых участках реки.

Речные отложения (S-пойма вдали от основного русла, SR - вторичный канал с низким и средним течением, R-береговой вал, RQ - вторичный канал с медленным течением, Q-выступающий из глубины бар, PO-заполнение верхней части отмирающего русла, R-заполнение нижней части отмирающего русла, PO-активное заполнение канала)

пелагическая суспензия Мутьевые потоки (турбидиты) осадки пляжа

Рис. 2.11 - Диагностика условий формирования пласта ЮЗт по данным диаграммы Пассеги (данные из таблицы 1.2)

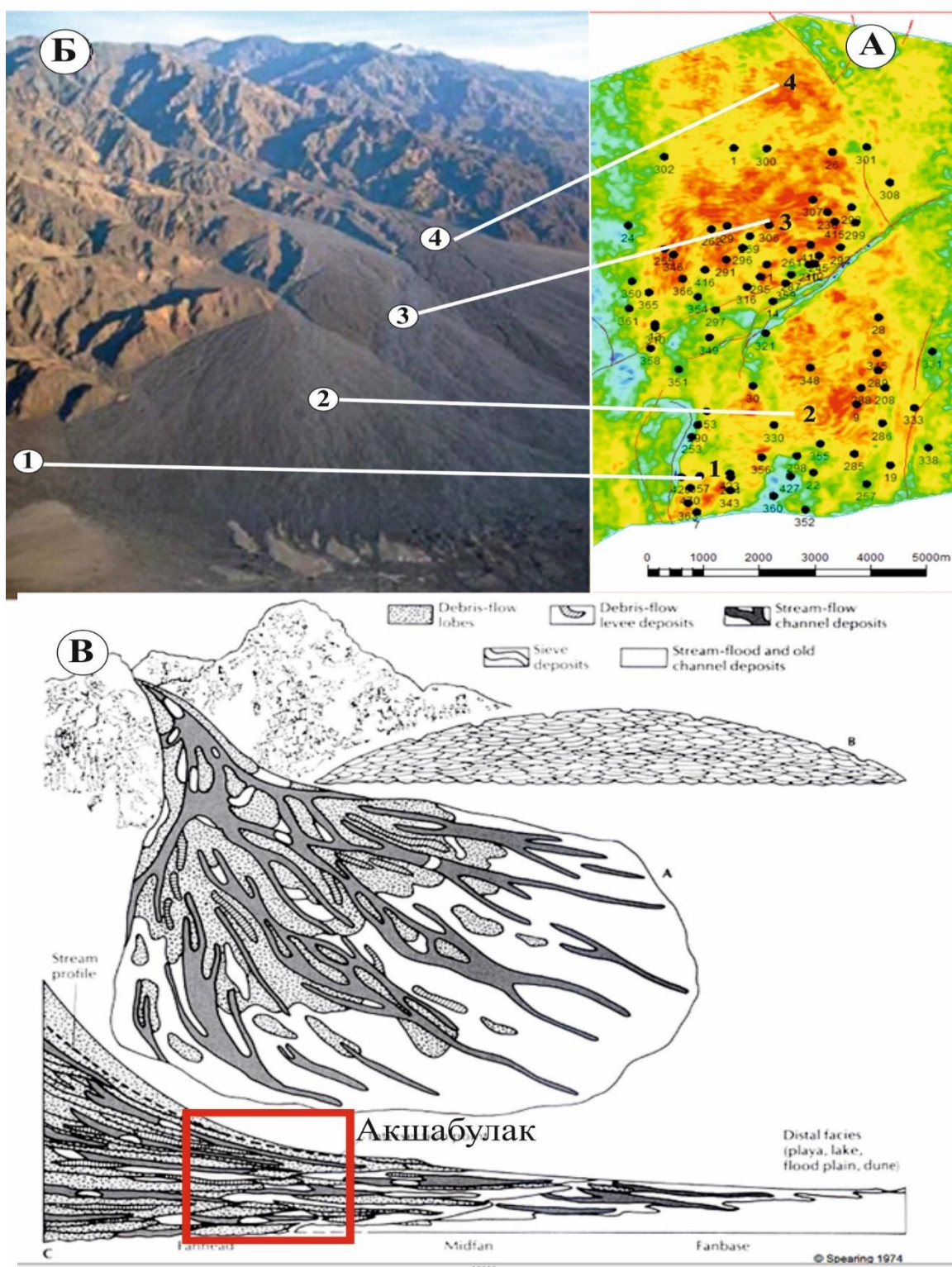


Рис. 2.12 - Карта акустического импеданса пласта ЮЗТ (А), пример системы пролювиально-аллювиального конуса выноса (Б) и его седиментационная модель (В) (Белозеров В.Б. 2018)

ГЛАВА 3. АДАПТАЦИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ С УЧЕТОМ СЕДИМЕНТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

3.1 Геологическая модель

Объект моделирования – северный купол месторождения А

Для проведения работ в направлении геологического моделирования было использовано программное обеспечение Petrel Schlumberger. Входными данными для построения модели служила следующая информация:

- 1) Инклинометрия скважин;
- 2) Координаты положения устьев и их альтитуды;
- 3) Инклинометрия скважин;
- 4) Отбивки пласта;
- 5) Структурная карта;
- 6) Интерпретация каротажных кривых.

Проведение работ по геологическому моделированию включает в себя следующие четыре стадии:

- 1) Структурное моделирование и построение ячеистой модели;
- 2) Фациальное моделирование;
- 3) Петрофизическое моделирование;
- 4) Моделирование флюидонасыщения.

Структурное моделирование начинается с момента загрузки координат и инклинометрии всех скважин. Далее проводится формирование структурной карты поверхности, которая в дальнейшем проецируется по отбивкам пласта ЮЗт. Для построения структурной карты был выбран метод интерполяции. Также необходимо отметить то, что карта была обрезана по данным размеров изучаемого участка (Рисунок 3.1)

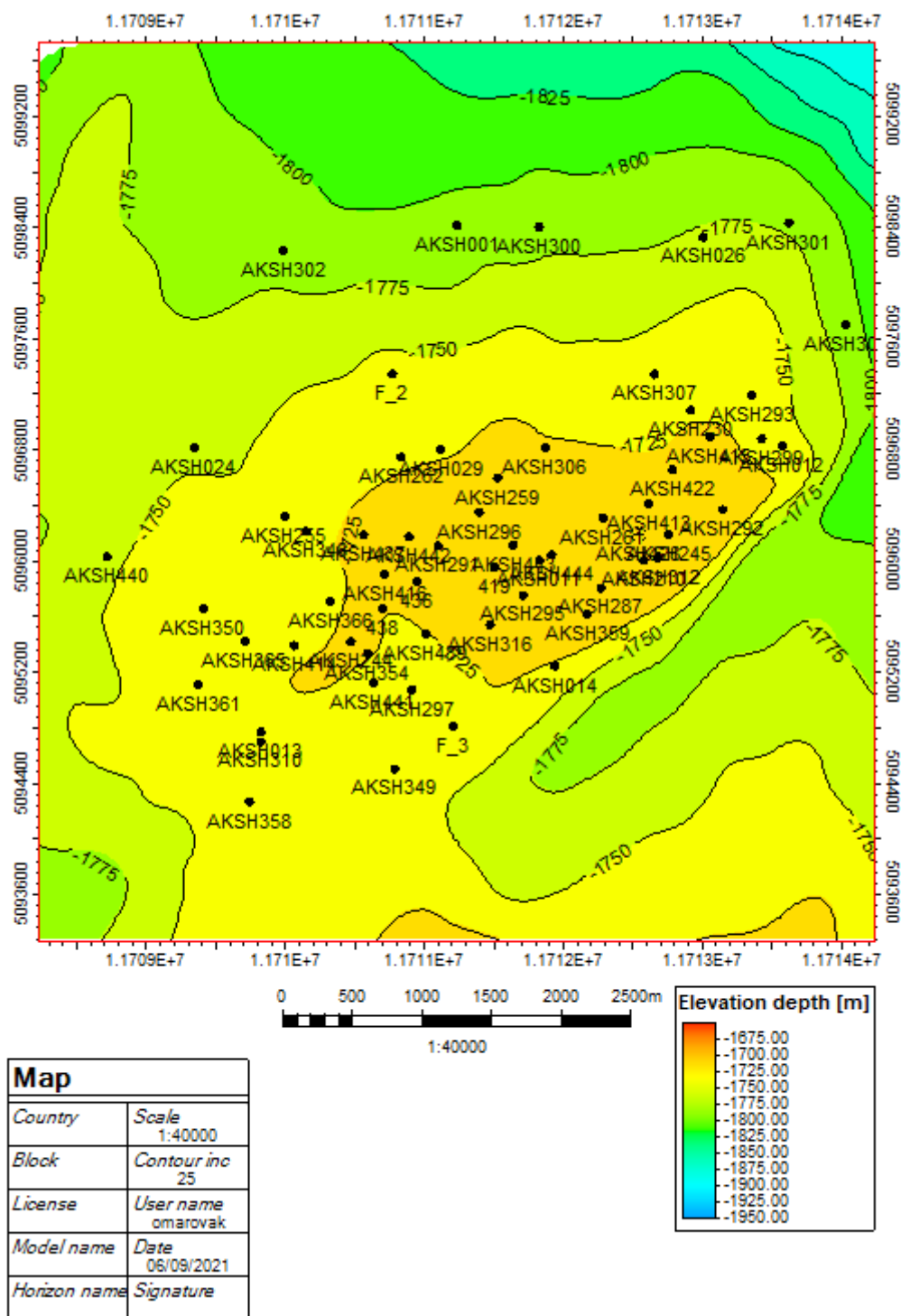


Рисунок 3.1 Структурная карта кровли пласта Ю3т

Вторым шагом в работе стало построение ячеистой модели. Так как участок имеет достаточно протяженные размеры, то размер ячейки по горизонтали был выбран в размере 100*100 м. Мощность ячейки по вертикали составила 1 м. Итогами работы стала модель с размерами 4х6 километров по

горизонтали и 25 м. по вертикали. Количество ячеек составило 384000 ячеек (Рисунок 3.2).

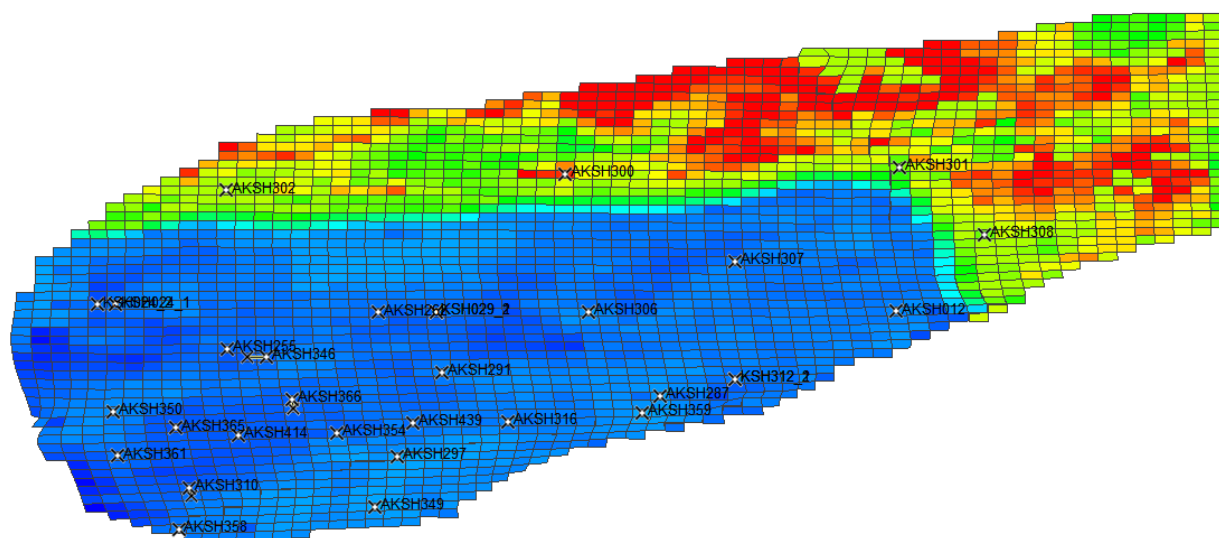


Рисунок 3.2 Ячеистая модель пласта Ю3т

3.1.1 Построение фациальной модели

Фациальная модель была построена при использовании метода Truncated Gaussian Simulation. Данный метод применяют в случаях высоко-гетерогенных резервуаров и обстановок, имеющих неравномерное распределение петрофизических параметров. В дальнейшем производились работы по созданию куба фация при помощи определения параметров вариограмм (Таблица 3.1)

Таблица 3.1

Ранги вариограмм

Azimuth	230
Major range	1800
Minor range	900
Vertical range	3.5

Данные по вариограммам для процесса моделирования фаций отбирались в соответствии с их процентным значением (Таблица 3.2).

Таблица 3.2

Фациальное разделение коллектора

Не коллектор	6,3%
Конгломерат	17,45%
Конгломерат + песчаник	17,37%
Песчаник	58,88%

3.1.2 Петрофизическое моделирование

Петрофизическое моделирование происходит путем формирования кубов пористости и проницаемости. До создания куба пористости, первоначально, выполнялся апскейлинг каротажа пористости на ячеистую модель. Для не продуктивного интервала, назначалось нулевое значение пористости. Создание самого куба пористости проводилось методом Sequential Gaussian Simulation, который является стандартным методом моделирования пористости [17].

Создание куба проницаемости было выявлено путем апскейлинга каротажа проницаемости на ячеистую модель. При распределении значений в межскважинное пространство учитывалась распространённая модель пористости. К тому же, для каждой фации подбирались в индивидуальном порядке ранги вариограммы. На Рисунке 3.3 проиллюстрировано карта средней проницаемости. На данной карте можно заметить высокие значения проницаемости.

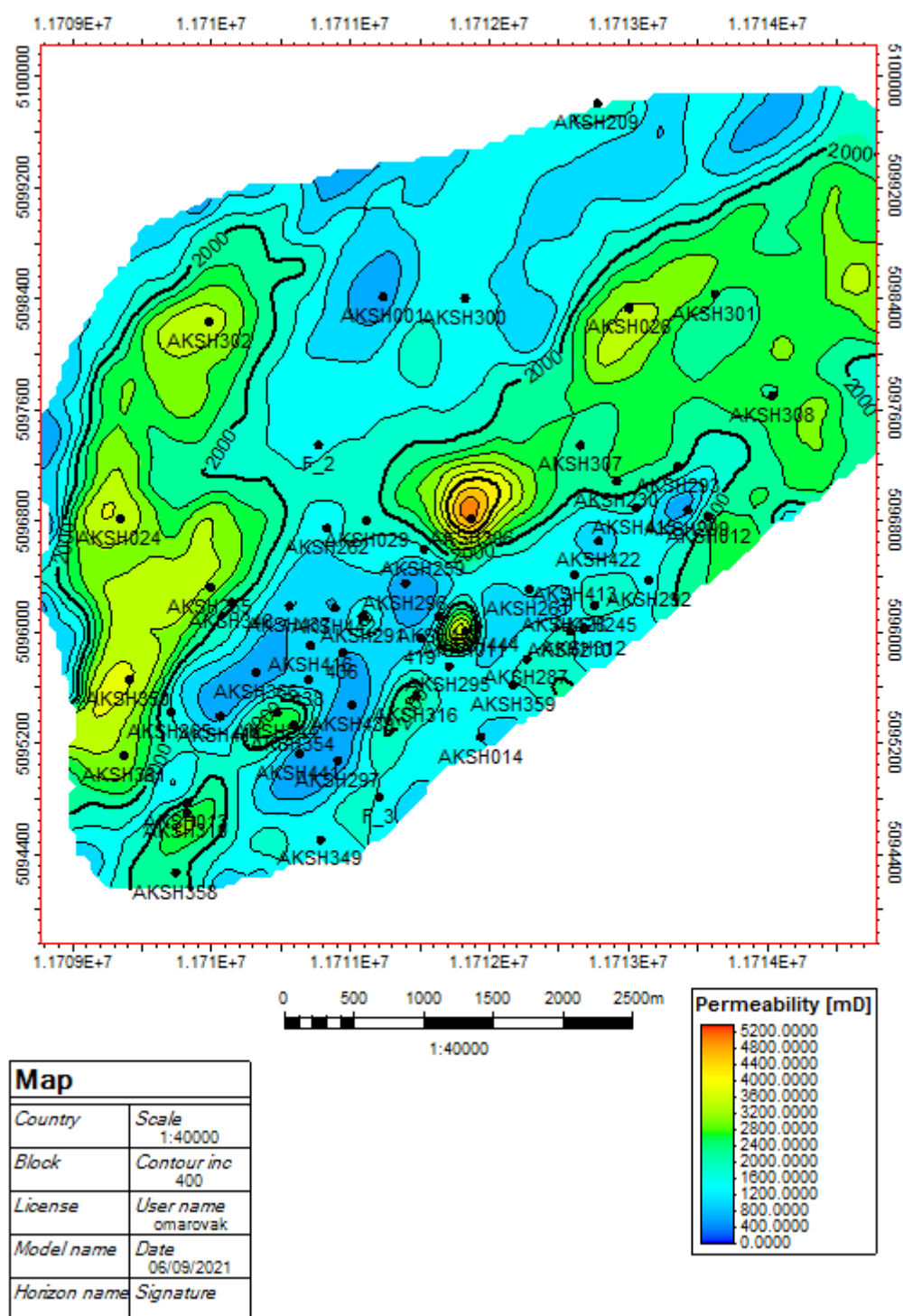


Рисунок 3.3 - Карта средней проницаемости

3.2 Гидродинамическая модель

Следующим этапом в построении геологической модели стало создание гидродинамической модели. Формирование гидродинамической модели включает в себя проведение работ по апскейлингу, т.е. расширение размера ячейки для экономии времени расчета. Увеличение размера ячейки может продолжаться до тех пор, пока не будет происходить изменение в основных особенностях строения пласта. Однако, на данной модели был пропущен данный этап так как увеличение размера ячеек привело к ухудшению особенностей строения залежи. В дальнейшем были проведены работы по оптимизации модели под историю разработки. Данные действия проводились с целью максимально близкого корректирования модели под реальное поведение пласта. Выполнение этой цели позволило далее проводить анализ для предсказания будущего поведения пласта в ходе анализа мер, принимаемого над ним [25-27].

Отдельно, необходимо отметить то, что на поведение гидродинамической модели оказывает большое влияние загружаемые данные по относительным фазовым проницаемостям и кривым капиллярного давления. Оба этих параметра находятся в зависимости от водонасыщения и устанавливаются в ходе лабораторных исследований. На Рисунках 3.4 и 3.5 показаны графики относительных фазовых проницаемостей нефть-вода и нефть-газ. На Рисунке 3.6 можно увидеть зависимость капиллярного давления и водонасыщения. Изначальная накопленная добыча составляет 20 млн ст.м³

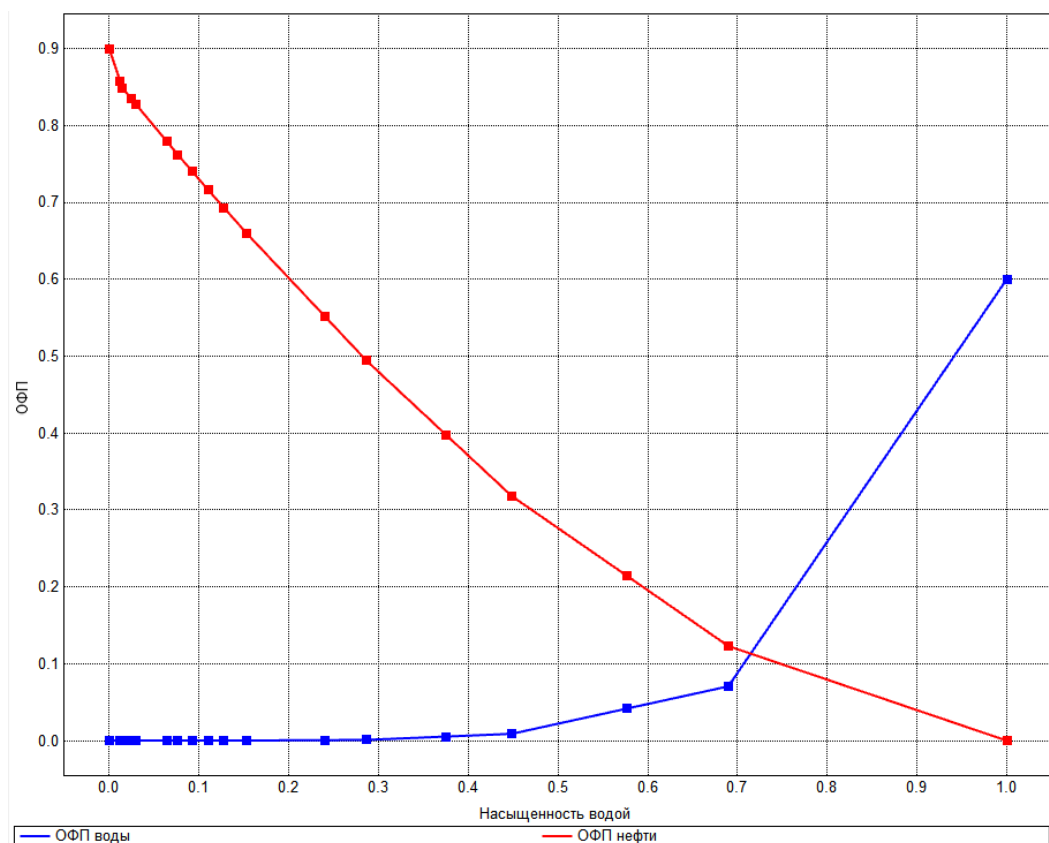


Рисунок 3.4 - ОФП нефть-вода

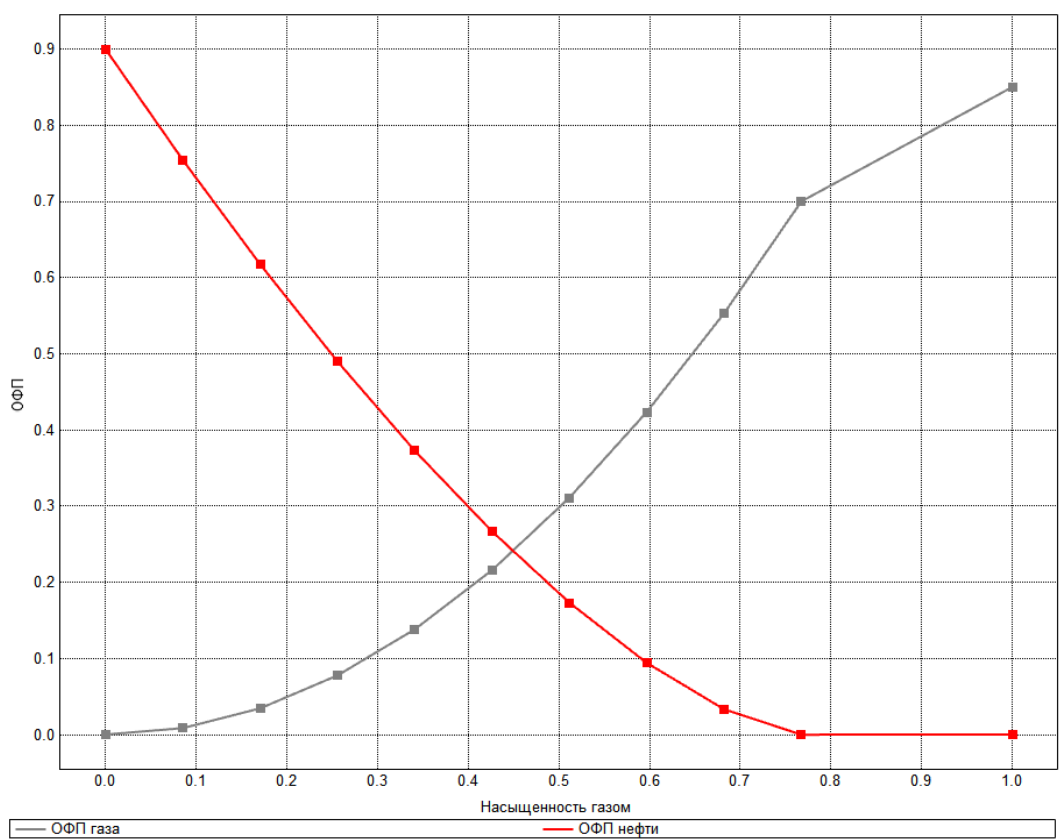


Рисунок 3.5 - ОФП нефть-газ

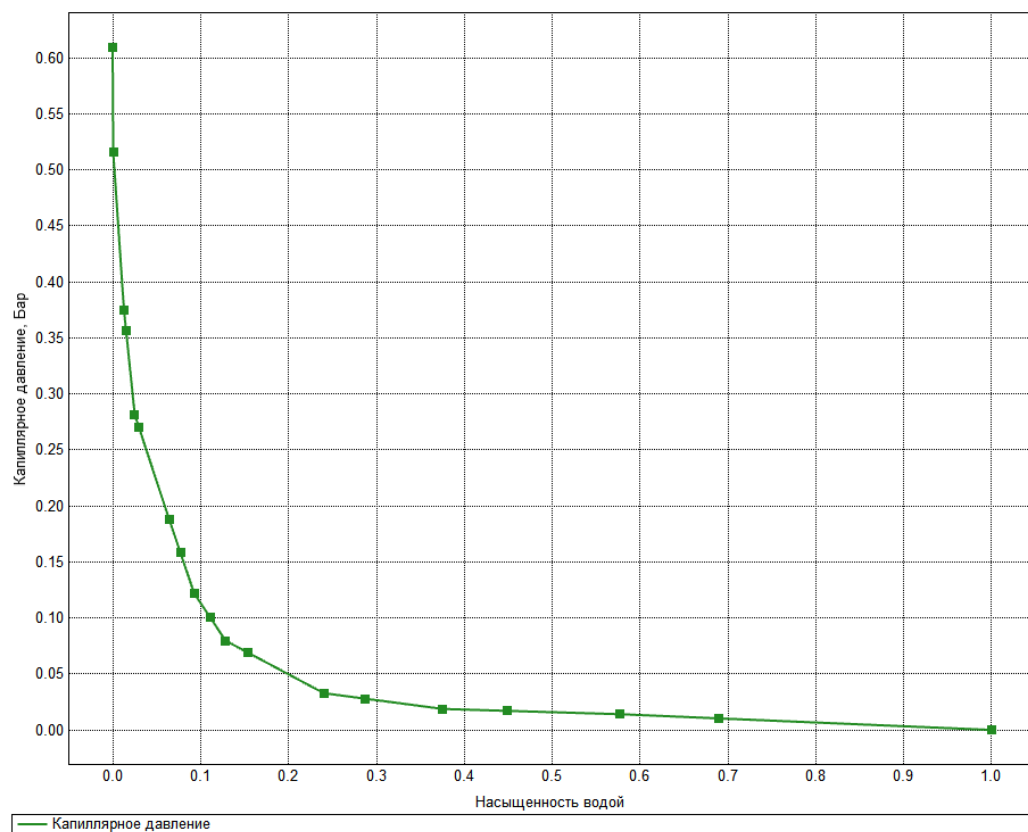


Рисунок 3.6 - зависимость капиллярного давления от водонасыщения

3.2.1 Измельчение модели

Проблема данной гидродинамической модели состоит в высоких значениях проницаемости. Так же, в соответствии с принятой седиментационной моделью, необходимо учитывать пространственную ориентировку и выдержанность песчаных каналов, прогнозные развитие которых представлено на Рисунке 3.7.

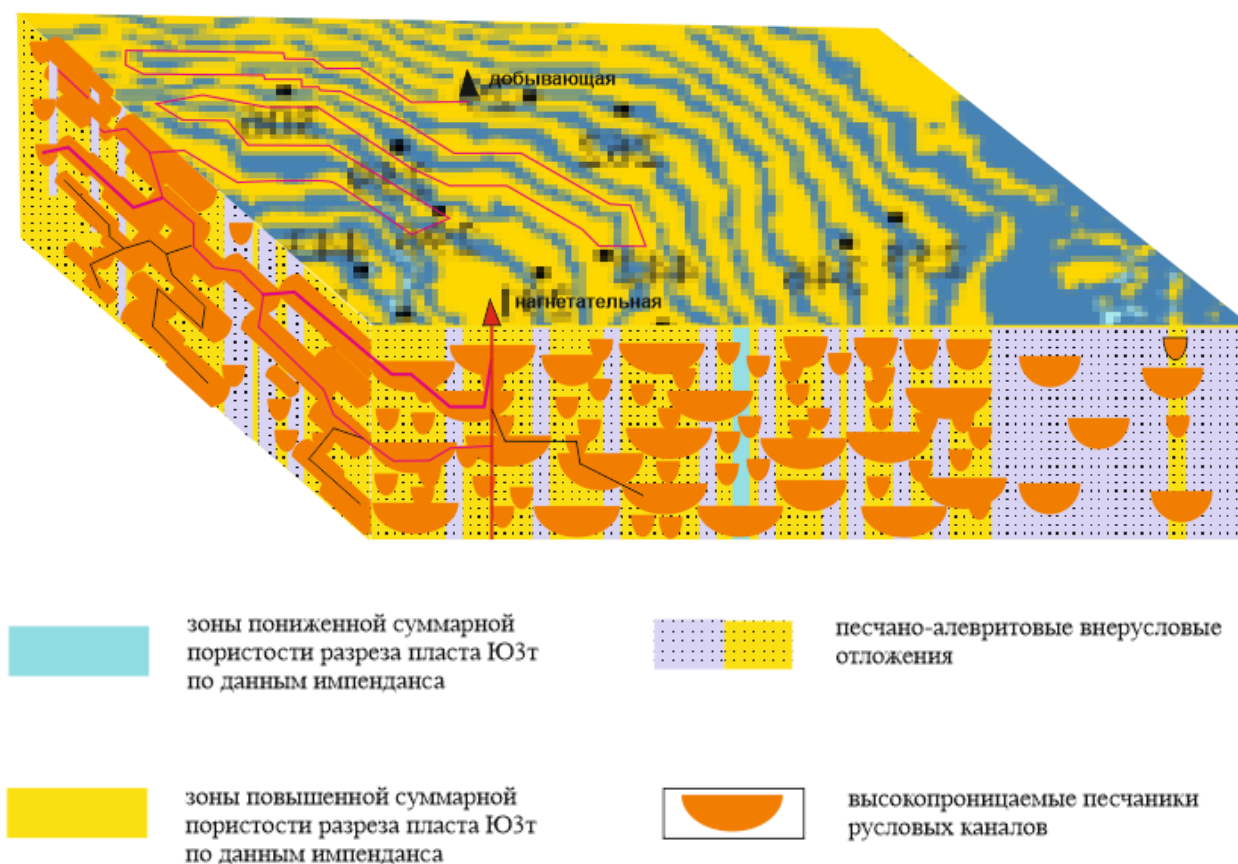


Рисунок 3.7 - Русловые каналы (Белозеров В.Б. 2018)

Проблема заключается в том, что модель не учитывает аномально высокие значения проницаемости. Эффект несоответствия можно заметить при включение нагнетательных скважин. Вместо того что бы вытеснение нефти происходила путем непоршневого вытеснения, замечается обратный процесс. Из-за данной ошибки овбодненность скважины происходит очень быстро. Если

посмотреть процесс заводнение в разрезе, то это очень хорошо можно увидеть [37].

Рассматриваемая ошибка — это разновидность численной дисперсии. Численная дисперсия по сути является ошибкой из-за того, что используется сеточно-блочная аппроксимация для решения уравнений потока. Баланс находится между точностью (обычно принимая больше блоков сетки) и вычислительные затраты. В идеале все основные пластовые процессы (например, фронтальное смещение, переток, гравитационная сегрегация и т. д.) и точно спрогнозировать восстановление до некоторой приемлемой процентной ошибки для минимального количества блоков сетки [19]. Одним из способов уменьшения численной дисперсии является увеличение количества сеточные блоки. Действительно, принимая больше и больше блоков мы будем постепенно приближаться к аналитическому (правильному) решению. С другой стороны, с измельчением размера ячейки и увеличением их количества появляется проблема времени расчета модели. Так как чем модель быстрее считается, тем больше изменений можно произвести и посмотреть их влияние [20].

Измельчение ячеек происходила путем добавление ключевых слов в исходный файл гидродинамической модели.

Ключевые слова:

CARFIN - Данное ключевое слово задает локальное измельчение декартовой сетки (LGR). CARFIN задает ячейку или бокс ячеек, определяемый его координатами в глобальной сетке I1-I2, J1-J2, K1-K2, для замещения измельченными ячейками. Размеры измельченной сетки внутри бокса определяются как NX, NY, NZ. Данные должны заканчиваться символом /. После ввода CARFIN могут быть указаны свойства в области локального измельчения, в случае, если они отличны от свойств родительской сетки. После этого должно идти ключевое слово ENDFIN, которое завершает ввод данных для данного локального измельчения сетки. Нужно задать следующие параметры:

1. имя локального измельчения;

2. I1 Нижняя координата бокса в родительской сетке (по оси X);
3. I2 Верхняя координата бокса в родительской сетке (по оси X);
4. J1 Нижняя координата бокса в родительской сетке (по оси Y);
5. J2 Верхняя координата бокса в родительской сетке (по оси Y);
6. K1 Нижняя координата бокса в родительской сетке (по оси Z);
7. K2 Верхняя координата бокса в родительской сетке (по оси Z);
8. NX Число измельченных ячеек в направлении X;
9. NY Число измельченных ячеек в направлении Y;
10. NZ Число измельченных ячеек в направлении Z;
11. Максимальное количество скважин, которое может содержать данное локальное измельчение сетки;

12. Имя родительского локального измельчения сетки. Этот параметр может быть установлен равным нулевой строке или строке GLOBAL, что означает, что родительская сетка является глобальной (т. е. не является вложенным измельчением). Если родительская сетка уже является локальным измельчением сетки, то должно быть задано ее имя. Диапазон индексов I, J, K должен относиться к родительской сетке. Если родительская сетка является глобальной, то диапазон индексов I, J, K относится к глобальной сетке;

LGRCOPY - Данное ключевое слово позволяет блокам из измельченной сетки наследовать свойства породы блоков родительской сетки. В случае использования ключевого слова в секции RUNSPEC, оно будет применяться ко всем локальным измельчениям: в момент введения нового LGR (т.е. когда встретилось слово CARFIN) текущие карты PORO, PERMX, PERMY, PERMZ и NTG будут скопированы с глобальной сетки на локальную.

ENDFIN - Данное ключевое слово завершает данные для локального измельчения декартовой сетки (LGR). CARFIN задают блок, бокс блоков или группу блоков, для замещения измельченными блоками. После ввода CARFIN могут быть указаны свойства в области локального измельчения, в случае, если они отличны от свойств родительской сетки. После этого должно идти ключевое

слово ENDFIN, которое завершает ввод данных для данного локального измельчения сетки [29]. Все добавленные ключевые слова можно увидеть на рисунке 3.8.

```
CARFIN
LGR1 35 98 10 70 1 33 128 122 99/

LGRCOPY

ENDFIN
```

Рисунок 3.8 - ключевые слова для измельчения

Как можно заметить в базовой гидродинамической модели было 348000 ячеек. Но после измельчения модели по оси X 2 раза, по оси Y 2 раза а по оси Z 3 раза число ячеек увеличилось до 1930000. Наглядный пример изменение можно рассмотреть на рисунке 3.9.

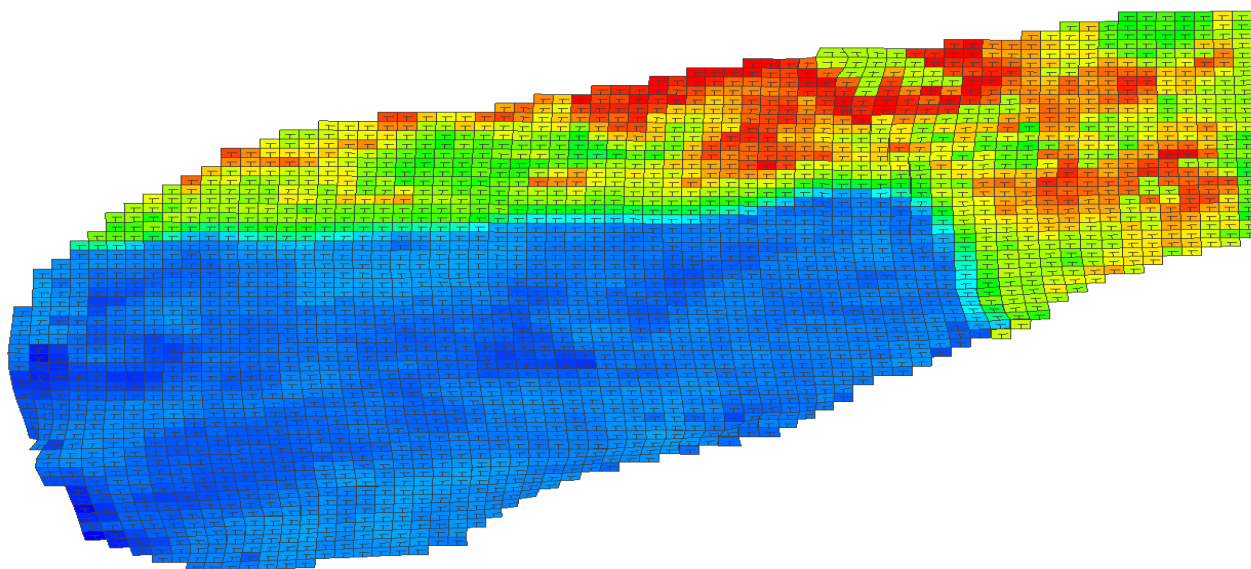


Рисунок 3.9 - Измельченная гидродинамическая модель

При измельчении модели надо учитывать один главный параметр. Так как ключевое слово LGRCOPY не распространяется на поровый объем. Из-за данной ошибки измельченная гидродинамическая модель не будет рассчитываться. Так как по умолчанию если поровый объем ячейки ниже $0,00001\text{м}^3$ то программное обеспечение считает его не активным. Способ решения данной проблемы очень

простой. Сперва надо определить начальный поровый объем всего пласта. После нахождения значения порового объема надо поделить на количество ячеек. Полученное число надо задать в секции GRID с использованием ключевого слова MINPV.

MINPV - Используется для перевода в неактивное состояние ячеек, имеющих поровый объем (METRIC: rm3, FIELD: rb) меньше указанного в этом ключевом слове. Ключевое слово, используемое для задания активных/неактивных ячеек [29].

При таком количестве активных ячеек расчетная время составило около 16 часов. На рисунке 3.10 продемонстрирована типовая схема изменения в процессе заводнения до и после измельчения сетки при высокой проницаемости.

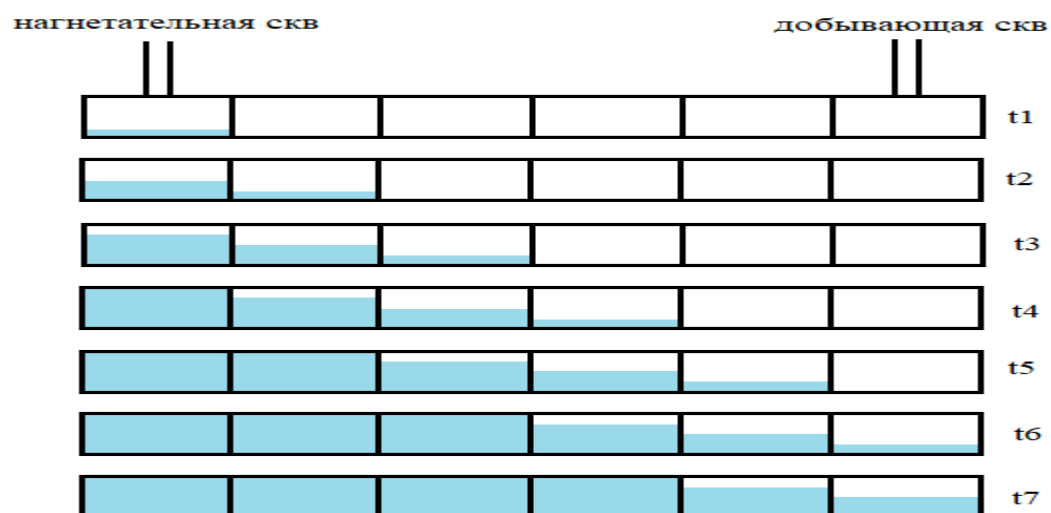


Рисунок 3.10 - типовая схема влияние размера ячейки

Следует отметить тот факт, что фронт вытесняющий воды приобрела клиновидную форму. Это напрямую влияет на накопленную добычу. Так как скважина теперь медленнее обводняется и дольше работает на добыче нефти. Это можно отчетливо увидеть на рисунке 3.11 ниже.

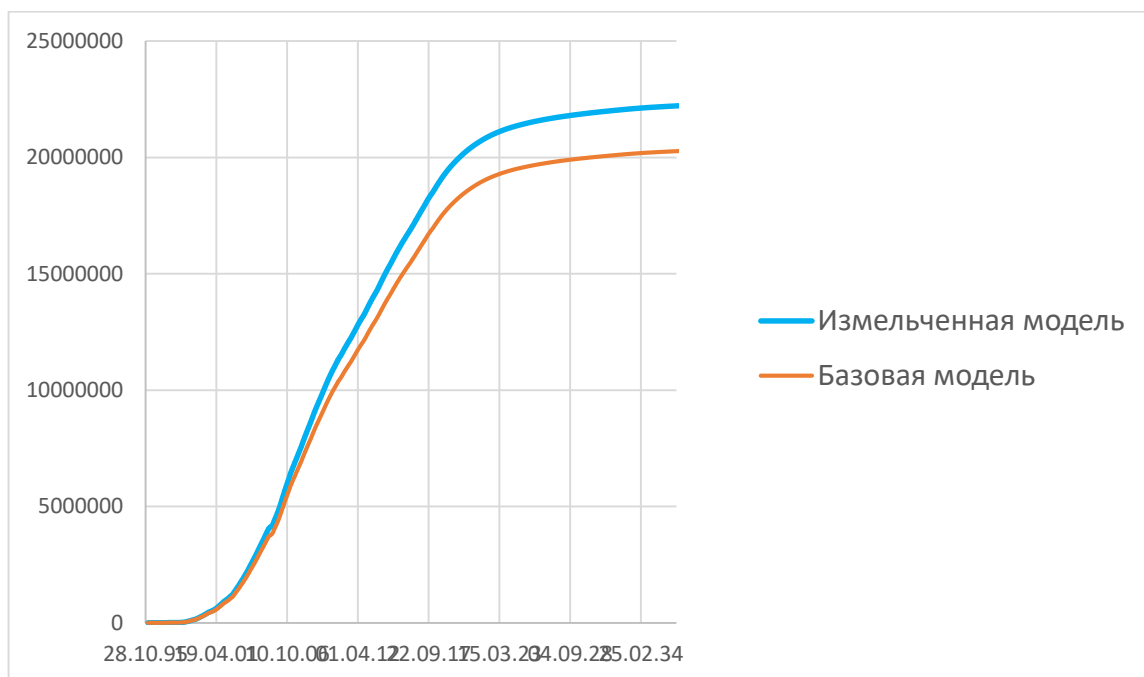


Рисунок 3.11 - Накопленная добыча для измельченной модели

3.2.2 Изменение вертикальной анизотропии

Данного эффекта можно добиться и не изменяя размер и число ячеек в модели.

Из-за хороших значений ФЕС, можно адаптировать модель по другому методу. Как было сказано выше на данной месторождение аномально высокие значения проницаемости, которая находится в пределах от 1 до 10 Дарси. Такие высокие значения обусловлены обстановкой осадконакопление. Опираясь на работу коллектор ЮЗт рассматриваемого месторождения относиться к пролювиально-аллювиальному конусу выноса. Следует также отметить, что по результату сейсмических анализов на данном секторе месторождения прослеживаются выдержанные каналы [30]. Такое геологическое строение показано на рисунке 3.7.

Путем изменение вертикальной анизотропии исследовалось изменение профиля заводнения пласта ЮЗт. Полученные результаты моделирования свидетельствуют, что при увеличение вертикальной анизотропии обводнение происходило преимущественно по подошве пласта [31]. Схожий процесс можно

заметить при мелкоячеистой моделирование. Отсюда прослеживается сходимость двух моделей. Однако, при изменении свойств пород надо заново сделать адаптацию модели, так как на адаптацию влияют относительные фазовые проницаемости и анизотропия пласта [16]. Это зависит от таких свойств как материал зерен, их размер и сортировка. Сортировка имеет прямую зависимость с величиной энергии, в результате которой происходило перемещение зерен. Именно направление потока формирует будущую структуру распространения осадка. Все это приводит к выводу что наилучшие свойства будут распространяться в направлении осаждения.

Для решение данной задачи проводилось исследование влияние вертикальной анизотропии на гидродинамическую модель пласта и их зависимость с мелко ячеистой моделью того же пласта. Конечной целью было нахождение высокой сходимостью между двумя моделями. В качестве эталонной модели была выбрана мелко ячеистая модель с числом ячеек 1930000. Основные характеристики при рассмотрении сходимости были:

1. Достижение клиновидного вытеснение (Рисунок 3.12)
2. Сходимость накопленной добычи

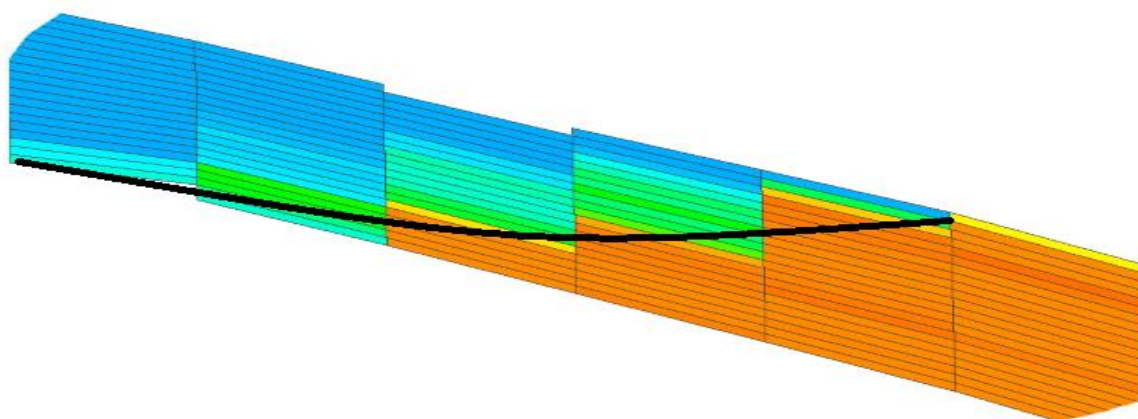


Рисунок 3.12 Достижение клиновидного вытеснение

При увеличении вертикальной проницаемости 2 раза было достигнуто изменение формы фронта вытесняющей воды. Это показывает, что вода быстрее идет вниз по вертикали нежели по горизонтали. Один из параметров сходимости была достигнута. Но с другой стороны накопленная добыча была намного ниже чем в модели с измельченными ячейками. Из-за чего было принято решение увеличить вертикальную проницаемость базовой модели в 3,5 раза. При таких значениях вертикальной проницаемости фронт вытеснения окончательно приобрело клиноформную форму. Так же следует отметить что сходимость с накопленной добычей была наилучшей. Это можно увидеть на Рисунке 3.13.

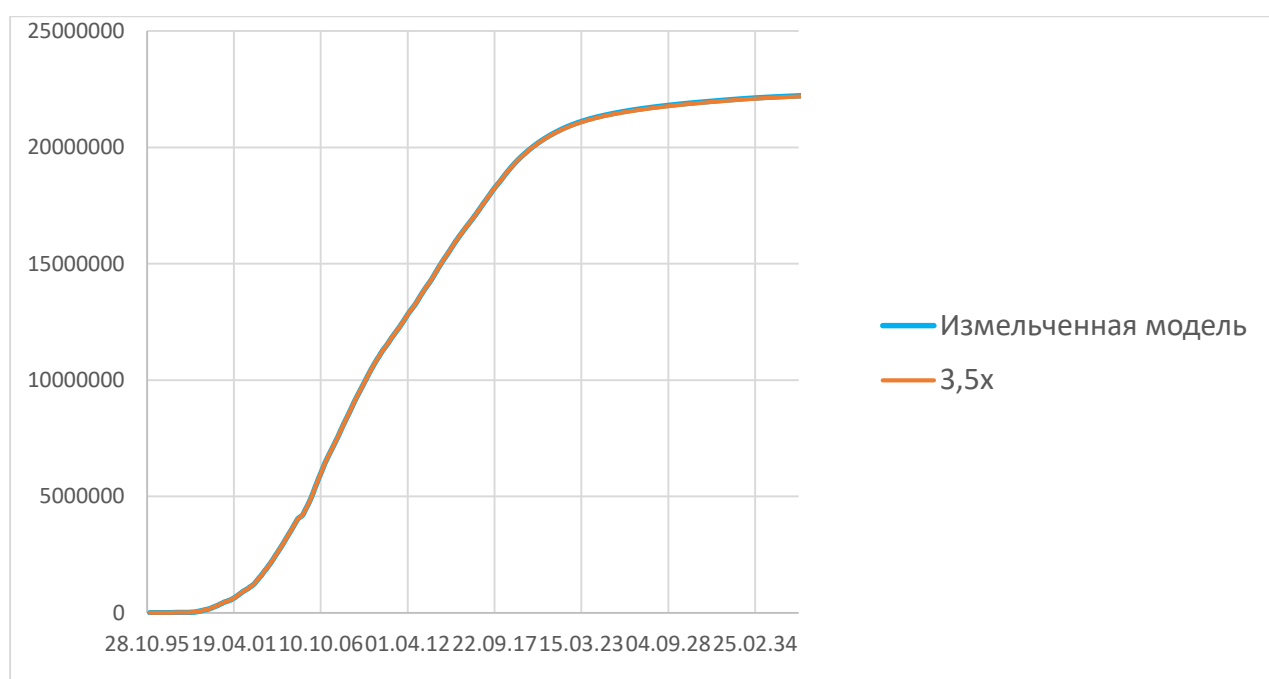


Рисунок 3.13 - накопленная добыча в измельченной модели и в 3,5 раза увеличенной

Необходимо отметить, что в модели использовалась распределение средней проницаемости по пласту ЮЗт. В тоже время как реальные проницаемости достигали 10 и более дарси, что не противоречит увеличению средней проницаемости в 3,5 раза.

Погрешность расчетов составило всего 2,5%. Такой результат указывает на то, что упущение из модельного построения анизотропии проницаемости пласта может приводить к занижению параметров разработки, что может

привести не только к завышению ожидаемой добычи, но и к неправильным экономическим расчётам. Этот факт вновь подтверждает значительное влияние анизотропии проницаемости на процесс моделирования разработки месторождения. Таким образом, включение в геолого-гидродинамическую модель величин вертикальной анизотропии проницаемости имеет существенное влияние на поведение коллектора. Как показали результаты расчётов, построение изотропной модели может привести к упущению из накопленного показателя по добычи нефти до 1 % от того же значения по изотропной модели. Как следствие, при дальнейшем моделировании предлагаемых операций по увеличению нефтеотдачи данное отклонение будет только увеличиваться, что будет создавать искажённую картину разработки [38-39].

ГЛАВА 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1 Оценка коммерческого и инновационного потенциала научно- технического исследования

При написании данной магистерской диссертации исследовалось влияние такого параметра как анизотропия проницаемости. При этом отдельно было проанализировано влияние как горизонтальной, так и вертикальной составляющей анизотропии проницаемости на реальном месторождении. При этой работе были применены различные подходы и методики, по которым различия в проницаемостях были найдены. Те или иные данные могут отсутствовать, и в этом случае, придется решать проблемы с использованием методик, в которых используются только доступные данные. Эта проблема часто встречается на ранних стадиях разработки месторождений – трассерные исследования проводятся редко на разведочном этапе, поэтому сложно использовать методику горизонтальной проницаемости с подтверждением по ГДИС. Однако, исследования керна является достаточно рутинной операцией и керн отбирается по нормативу в продуктивных интервалах всех поисковых и разведочных скважин. Отсюда методику оценки вертикальной составляющей проницаемости возможно оценить повсеместно.

Одна из основных причин проведения дополнительных работ по изучению параметра анизотропии проницаемости в горизонтальном и вертикальном направлении является возможность добычи дополнительной остаточной нефти из месторождения. Эта цель достижима при рациональном планировании системы разработки: расположение сетки скважин с системой заводнения, расчет рационального бурения боковых или горизонтальных скважин с учетом экономически прибыльных траекторий и расположений скважин.

Анизотропная модель лучше отражает геологическую особенность резервуара по сравнению с изотропной моделью и адекватнее прогнозирует параметры добычи

месторождения.

Для того чтобы научная работа или исследование было перспективно необходимо иметь ввиду такие важные составляющие как планирование, учет экономической эффективности, ресурсоэффективности и экономического потенциала. Для получения хорошей оценки данных характеристик необходимо учитывать любые потенциальные и возможные способы минимизации усилий для достижения максимального результата исследования или реализации проекта с целью экономии ресурсов и возможностей. Оценка же ресурсоэффективности будет произведена для методики расчёта анизотропии проницаемости в горизонтальном и вертикальном направлении. Дополнительно, анализ экономической стороны исследования помогает оптимально распределить доступные ресурсы, контролировать и планировать выполняемую работу. Ещё одной положительной стороной такой работы является и то, что исследователь может найти партнера для проведения или реализации дальнейших научных исследований. Также при условии успеха проекта появляется возможность вывести на рынок продукт исследования.

4.2 Разработка устава научно-технического проекта

Для используемой методики учета анизотропии проницаемости был составлен устав научно-технического проекта.

Устав научно-технического проекта подразделяется на 4 основные части:

- 1) Постановка целей и задач
- 2) Основные рамки проекта
- 3) Составление структуры проекта
- 4) Презентация результатов проекта

Рассмотрим подробнее первый пункт устава научно-технического проекта.

4.2.1 Постановка целей и задач

Таблица 4.1 - Цели и задачи научно-технического проекта

Цель проекта	Задачи проекта
Учет вертикальной и латеральной компоненты анизотропии проницаемости на основе данных месторождения Акшабулак Центральный	1) Анализ исходных данных по месторождению 2) Учет горизонтальной составляющей анизотропии проницаемости по описанной методике. Сравнение полученных результатов с реальными данными по ГДИС 3) Учет вертикальной составляющей проницаемости по результатам анализа керновых данных 4) Пересчет геологической модели с учетом полученной анизотропии проницаемости 5) Анализ расположения добывающих и нагнетательных скважин с применением учета данных добычи по гидродинамической модели

4.2.2 Основные рамки проекта

Для успешной сдачи проекта первоочередно стоит обозначить временные и финансовые рамки. Данные рамки являются обязательными для исполнения и строгое соблюдение этих рамок поможет успешно и вовремя предоставить финальные результаты по запланированному проекту.

Таблица 4.2 – Ограничивающие факторы, выявленные при написании научно-технического проекта

Факторы	Временные и финансовые
Сроки проекта	
Дата утверждения плана работ	
Источник финансирования	ЦППС НД ТПУ, г. Томск
Дата завершения проекта	

4.2.3 Составление структуры проекта

Для реализации научно-технического проекта была сформирована рабочая группа, целью которой является анализ данных, анализ и выбор методики проведения работ, проведение исследований, получение результатов, оценка выполненной работы. В состав рабочей группы входят руководитель, эксперт и исполнитель проекта. Трудозатраты членов научной группы были подсчитаны на основе календарного плана работ.

Таблица 4.3 – Сведения о рабочей группе проекта.

ФИО, место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, часы
1 чел.	Руководитель проекта	Определение цели и задач исследования, координация деятельности, консультирование, контроль выполнения	170
1 чел.	Руководитель проекта	Консультирование по данным учета анизотропии проницаемости, анализу и подбору методик и систем учета для успешного выполнение	170

1 чел.	Эксперт проекта	Консультирование по вопросам социальной ответственности	10
1 чел.	Эксперт проекта	Консультирование по экономическим вопросам	10
1 чел.	Исполнитель проекта	Анализ входных данных и литературных источников. Оценка полученных результатов, составление и оформление научно-технической работы	340

4.2.4 Презентация результатов проекта

После получения результатов работ необходимо предоставить информацию в доступном виде. При предоставлении информации должны быть выполнены требования – проект выполнен, все расчеты и итоги обоснованы и выполнены корректно, проект сдан в поставленные сроки.

Ожидаемые результаты проекта:

- Корректировка исходных данных (геологическая модель)
- Корректировка плана разработки (оптимизация сеток скважин и систем разработки)
- Прирост КИН

При создании проекта есть высокая вероятность привлечения заинтересованных компаний, чьи данные были проанализированы и пересчитаны, иными словами компаний-недропользователей. Ниже, в Таблице 5.4, представлены заинтересованные стороны.

Таблица 4.4 – Информация о заинтересованных сторонах проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания от проекта
Рабочая группа проекта	Получение конечных результатов в ходе анализа учета анизотропии проницаемости
Геологоразведочные компании	Пересчет геологической и гидродинамической модели. Пересмотр стратегии разработки. Прогноз увеличения добычи.
Нефтедобывающие компании	

4.3 Планирование процесса управления научно-технического Исследования

Ниже, в Таблице 4.5, приведена структура проведения проектных работ

Таблица 4.5 – Систематика проведения проектных работ

Научный проект		
Подготовительный этап	Основной этап	Заключительный этап
1) Постановка проблем и задач 2) Составление плана работ 3) Литературный обзор 4) Анализ предоставленной информации	1) Реализация и применение возможных методик 2) Применение результатов для перерасчета начальных данных	1) Анализ полученных результатов 2) Оформление научно-исследовательской работы 3) Оценка работы руководителем проекта 4) Защита проекта

4.3.1 График проведения научно-технического исследования

Для успешного проведения исследования был составлен календарный план работ, который приведен в Таблице 4.6. Таблица включает в себя разновидности работ, их даты выполнения и полученные результаты.

Таблица 4.6 – План проведения научно-технического исследования

Вид работы	Длительность, дни	Период работы	Состав участников
Постановка проблем и задач	1		3 чел.
Составление плана работ	2		3 чел.
Литературный обзор	7		1 чел.
Анализ предоставленной информации	1		2 чел.
Реализация и применение возможных методик учета анизотропии свойств	10		3 чел.
Применение результатов для перерасчета геологической модели	3		3 чел.
Проведение симуляций моделей	6		1 чел.
Анализ полученных результатов	2		3 чел.
Оформление научно-исследовательской работы	7		1 чел.

4.4 Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности

4.4.1 Оценка плановой стоимости НИР

Для определения стоимости работ были посчитаны все затраты, которые должны быть включены в расчет стоимости научно-исследовательской работы.

Данные расходы и затраты подразделяются:

- 1) Затраты, связанные с оборудованием, необходимым для осуществления проекта
- 2) Заработная плата всех участников проекта
- 3) Материальные затраты
- 4) Накладные расходы

Эти расходы можно объединить в группы:

- прямые затраты (необходимые затраты для осуществления НИР)
- накладные расходы (затраты на содержание оборудования)

4.4.2 Расчет затрат, включенных в себестоимость НИР

Для расчета общих затрат на реализацию НИР необходимо учитывать денежные расходы, включаемые в себестоимость НИР. К этим расходам относятся закупка материалов, необходимое для написания проекта.

Данные материальные затраты состоят:

- 1) Покупка электроснабжения
- 2) Закупка необходимого материала
- 3) Аренда помещения
- 4) Покупка программного обеспечения

Стоимость материала для проведения работы, формируется исходя из платы за транспортировку и приобретения, осуществляемая сторонними организациями.

Расчеты затрат на материалы, необходимые для реализации проекта были выполнены из расчета количества представленных материальных ресурсов и цены за одно изделие. Общая сумма расходов на материалы представлена в Таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Расчет затрат на материалы

Материал	Вид товара	Количество, шт./упак.	Цена за одну ед.,руб	Сумма, руб
Канцелярские товары	Блокнот	1	100	950
	Ручка шариковая	2	100	
	Карандаш стержневой	2	50	
	Линейка чертежная, 30 см	1	50	
	Офисная бумага формат а А4	1 уп.	500	
Транспортно-заготовительные расходы (5%)				47,5
Итого				997,5

4.4.3 Заработная плата

По официальной информации, полученной из сайта Томского политехнического университета, оклад кандидата наук равен 26 300,00 рублей. Должностной оклад магистра в качестве ассистента равен 17 000,00 рублей.

Зная должностной оклад сотрудника ТПУ, можно посчитать месячный оклад работника (исходя из отраслевой системы оплаты труда), при которой оклад домножается на районный коэффициент, равный 1,3 по Томской области. В итоге мы получаем оклад сотрудников, приведенный в Таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Заработная плата сотрудников проекта

Месячный должностной оклад руководителя проекта, руб.	Месячный должностной ассистента, руб.
34 190	22 100

Теперь, зная месячную заработную плату, можно посчитать среднедневную заработную плату. Ниже представлена формула расчета:

$$Z_{\text{дн}} = Z_{\text{м}} * M / \Phi_{\text{д}} \quad (1)$$

$Z_{\text{м}}$ - месячный должностной оклад сотрудника, руб.,

M - количество работающих месяцев без отпуска в течение года из расчета 28 рабочих дней предоставленные на отпуск.

$\Phi_{\text{д}}$ - действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, рабочие дни.

Ниже, в Таблице 4.9, представлены значения нерабочих дней и фонда рабочего времени для сотрудников.

Таблица 4.9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Сотрудник
Календарное число дней	365
Количество нерабочих дней	62
-выходные дни	48
- праздничные дни	14
Потери рабочих дней на отпуск	28
Действительный годовой фонд рабочего времени	275

Среднедневная заработная плата для руководителя или эксперта проекта составляет 1 397,27 руб., а для магистранта равна 884,80 руб.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) вычитывается из расчета среднедневной заработной платы ($Z_{дн}$) на количество дней в которые привлекается сотрудник ($T_{раб}$).

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_{раб} \quad (2)$$

Расчет основной заработной платы приведен в Таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Расчет основной заработной платы на сотрудника

Участник проекта	$Z_б$, руб.	k_p	$Z_м$, руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{раб}$, раб. дн.	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	26 300	1,3	34 190	1 397,27	22	30739,94
Эксперт	26 300	1,3	34 190	1 397,27	1	1 397,27
Исполнитель	17 000	1,3	22 100	884,80	43	38046,4

Стоит отметить, что основная заработная плата посчитана на должностное лицо из расчета в 1 человека. При подсчете общей заработной платы на всех сотрудников следует учесть количество лиц, занимающих ту или иную должность. Ниже приведена таблица сотрудников на занимаемых

должностях и число выплаты общей основной заработной платы на реализацию проекта.

Таблица 4.11 – Расчет основной заработной платы

Занимаемая должность сотрудников	Количество сотрудников на занимаемой должности	$Z_{\text{осн}}$ на одного сотрудника, руб.	$Z_{\text{осн}}$, руб
Руководитель	2	30739,94	61479,88
Эксперт	2	1 397,27	2794,54
Исполнитель	1	38046,4	38046,4
Итого			102320,82

Далее рассчитывается дополнительная заработная плата:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} * k_{\text{доп}} \quad (3)$$

$Z_{\text{осн}}$ - основная заработная плата, руб

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты (принят 12%). Дополнительная заработная плата по проекту составила 12278,50 руб.

4.4.4 Накладные расходы

Расчет накладных расходов (арендно-лизинговые платежи в отношении имущества, прямо неиспользуемого в процессе производства (офис, непроизводственные помещения, автомобили руководства, повышение квалификация сотрудников, командировки, расходы обеспечения противопожарной безопасности и охраны труда, затраты на связь) ведется по формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (13)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов (20%). Накладные расходы составляют 22919,86 руб.

Далее рассчитывается себестоимость проекта, что отражено в Таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Вычисления плановой себестоимости НИР

Наименование статей затрат	Сумма, руб.
Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых созданием НИР (СЗП), включая отчисления во внебюджетные фонды (СВНББ)	145655,74
Материальные затраты (СМ)	997,5
Накладные расходы (СНАКЛ)	22919,86
Итого себестоимость НИР (СНИР)	169573,11

В результате, проведенные вычисления с целью реализации научно-исследовательской работы требуется 169573,11 рублей. Методика определения параметра анизотропии проницаемости является эффективной, так как полученные результаты в виде прироста КИН на 2-3% по месторождению окупает выявленные и подсчитанные расходы. Помимо увеличения показаний добычи, возможен пересмотр плана разработки (систем заводнений и оптимизаций количества и видов скважин на месторождении), что существенно экономически выгодно в данном случае.

ГЛАВА 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Процесс исполнения научно-исследовательской работы по тематике анизотропии проницаемости выполнялся в офисном помещении с непосредственной эксплуатацией компьютерной техники и оборудования, соответственно все производственные процессы и социально ответственная часть, включающая технику безопасности и правила поведения напрямую связаны с работой за компьютером в помещении.

В ходе работы с компьютером, или другой офисной техникой, необходимо соблюдать требования безопасности жизнедеятельность в течение всего процесса работы. Это требование обязательно для обеспечения продуктивности и безопасности рабочего процесса, поэтому для достижения данных целей соблюдение условий труда, санитарно-гигиенических и психологических норм является обязательных требованием.

В Таблице 5.1 (ГОСТ от 12.0.003-2015) [2] приведены опасные и вредные факторы, с которыми возможно столкнуться в процессе работы в офисном помещении и рабочем месте с установленным персональным компьютером.

Таблица 5.1 – Основные вредные и опасные факторы при выполнении работ в помещении с персональным компьютером

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
Вредные	Опасные	ГОСТ 12.1.019-79 [6]
1.Отклонение норм микроклимата в помещении	1.Электрический ток	ГОСТ 12.1.038-82 [7] Р 2.2.2006-05 [10] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-
2. Отсутствие или недостаток освещения на рабочем месте	2.Пожароопасность	03 [12] СанПиН

3.Повышенный уровень шума на рабочем месте		2.2.1/2.1.1.1278-03 [11] ГОСТ 12.1.003-83 [3] СН
4.Повышенная запыленность рабочего места		2.2.4/2.1.8.562-96 [14]
5.Электромагнитное излучение		ГОСТ 12.1.005-88
6.Нервно-психические нагрузки		(2001) ССБТ [5] СанПиН 2 2.4/2.1.8.055-96 [13] НПБ 105-03 [9] ГОСТ 12.1.004-91 [4]

5.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды и мероприятия по их устранению

5.1.1. Отклонение норм микроклимата в помещении

Резкая смена микроклимата в офисном помещении напрямую влияет на внутреннее состояние человека, его характер поведения и самоощущения, поэтому исходя из СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [12] необходимо принимать комплекс определённых мер, согласно параметрам микроклимата для категории работ 1а и 1б санитарно-эпидемиологических нормативов микроклимата в помещениях, для соблюдения требований к микроклимату в помещении где располагаются и эксплуатируются компьютерные оборудования:

- 1) В холодное время года температура в помещении должна составлять 22-24⁰С, со скоростью движения воздушных масс до 0,1 м/сек и относительной влажностью воздуха 40-60%

2) В теплое время года температура в помещении должна составлять 23-25⁰С, со скоростью движения воздушных масс до 0,1 м/сек и относительной влажностью воздуха 40-60%

Для достижения данных требований, необходимо провести комплекс нормировки оборудования с помощью которого обеспечиваются комфортные условия труда – системы кондиционирования воздуха, система отопления и вентиляции. Наличие данного оборудования необходимо в помещениях данного типа т.к. компьютерная техника производит достаточное количество тепловыделения, которое приводит к повышению температуры и снижению влажности.

Отказ от соблюдения требований нормировки микроклимата приводит к отрицательному воздействию на рабочую деятельность человека (анализ, исследовательская способность, способность мыслить), ухудшается концентрация, повышается возбудимость. Длительное воздействие данных факторов негативного влияния может привести к ухудшению здоровья человека с возможностью обострения простудных и сердечно-сосудистых заболеваний.

5.1.2 Отсутствие или недостаток освещения на рабочем месте

Негативное влияние освещенности на рабочем месте первоочередно связано с нехваткой освещения на рабочем месте, что является результатом некорректного подбора приборов искусственного освещения, либо неправильного выбора расположения рабочего стола к направлению естественного освещения через окна.

Исходя из СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [11] стол с компьютером необходимо располагать по левую сторону относительно окна. Искусственное освещение необходимо устанавливать в верхней части помещения параллельно стене с оконными проемами для того, чтобы была

возможность отключать искусственные источники света ввиду ненужности и использовать только естественный свет. Также в качестве рекомендации можно использовать люминесцентный свет с лампами типа ЛБ. Если в процессе трудовой деятельности есть необходимость работы с документами – рекомендуется эксплуатация дополнительного локального освещения с концентрацией светового пучка на документе. При этом световой пучок не должен создавать блики на столе или мониторе.

Из СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [11] следует нормировка освещенности рабочей поверхности в 300-500 лк. Освещенность экрана не должна быть выше 300 лк, а светильников или окон не выше 200 кд/м².

По итогу рабочее место с нарушениями норм освещенности приводит к ухудшению органов зрения, раннему утомлению и усталости, а также к мигреням и периодическим головным болям.

5.1.3 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Исходя из СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [14], ГОСТ 12.1.003-83 [3] предельно допустимой нормой шума соответствует значение в 80 дБа. Если данный показатель ниже – 60 или 50 дБа – приводит к высокой напряженности рабочего процесса. Значение в 70 дБа является средним показателем напряженности.

Источниками шумов на рабочем месте являются техника и аппаратура, автотранспорт и звуковое оборудование.

При продолжительном воздействии шумов возникает ухудшение самочувствия и здоровья человека. Человек, подвергающийся шуму становится агрессивнее, легко склонным к депрессиям, возможно ухудшение внутренних процессов жизнедеятельности.

Поэтому опираясь на СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [14] должны быть проведены мероприятия по ликвидации излишнего шума, рационального использования оборудования.

5.1.4 Повышенная запыленность рабочего места

Запыленность в помещении также отрицательно сказывается на здоровье человека. Как результат от отклонения норм запыленности страдают органы дыхания.

Источниками запыленности являются открытые окна и двери. При этом компьютерная техника, имеющая в себе системы внутреннего охлаждения циркулируют данную пыль по помещению, не давая осесть ей.

Для устранения вредного влияния запыленности необходимо проводить регулярную уборку помещения.

5.1.5 Электромагнитное излучение

Руководствуясь СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 [13] есть значения максимально допустимых воздействий электромагнитными лучами на человека во время рабочих часов. Эти значения лежат в интервалах от 30 кГц до 300 ГГц. Подробная информация приведена в Таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая Экспозиция		
	По электрической составляющей, (В/м) ² *ч	По магнитной составляющей, (А/м) ² *ч	По плотности потока энергии (мкВт/см ²)*ч
30 кГц – 3 МГц	20000	200	-
3 – 30 МГц	7000	Не разработаны	-
30 – 50 МГц	800	0,72	-
50 – 300 МГц	800	Не разработаны	-
300 МГц- 300 ГГц	-	-	200

Негативное воздействие происходит в течение накопленного воздействия электромагнитными лучами на человека. Дополнительный эффект накладывается из-за неправильного нахождения работника в непосредственной близости от источника излучения.

Излучение электромагнитными лучами воздействует на нервную систему человека, в результате которого возможно проявления отдельных черт психического и психологического расстройства – нарушение памяти, утомляемость, раздражаемость, чувство беспокойства. Доказано, что излучения в целом губительно сказывается на иммунную систему человека, что несет более серьезные проблемы для функционирования человека.

Для минимизации вредного воздействия электромагнитным излучением принят ряд правил регулировок рабочего порядка на рабочем месте. Основной рекомендацией является грамотная эксплуатация компьютера на безопасной дистанции между человеком и монитором, системным блоком. При необходимости следует делать перерывы и выходить из зоны воздействия техники на определенное время.

Следует также позаботиться об оптимизации (сокращении) количества ненужных электрических приборов в зоне воздействия на человека. Возможна смена места позиционирования данных приборов либо их частичное отключение. Рабочее место не должно находиться в месте интенсивного электромагнитного излучения.

5.1.6 Нервно-психические нагрузки

Монотонность деятельности, перенасыщенность рабочим процессом, чрезмерное умственная деятельность, изменения на почве эмоциональных подвижек – это все факторы нервно-психической перегрузки (ГОСТ 12.0.003-74). Все эти факторы тесно связаны с рабочим процессом, особенно при работе по некорректно составленному графику или плану работ, составленному руководством. Из-за таких требований, при котором человек

вынужден работать сосредоточенно длительное время, выполнять параллельно несколько задач активизируя все свои ресурсы (слуховые, зрительные, умственные и т.д.) возникают нервно-психические нагрузки. Без сомнения, такие перегрузки плохо воздействуют на человека – в первую очередь на нервную, сердечно-сосудистую систему и психику.

5.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды и мероприятия по их устранению

5.2.1 Электрический ток

Основная опасность поражения электрическим током возникает от электрической аппаратуры, находящийся на рабочем месте – компьютер, принтер, лампа, розетки, электрические кабели. При этом причиной удара человека электричеством являются:

- неисправные электрические приборы
- нарушение изолированностей кабелей или наличие оголенных проводов
- нарушение техники безопасности на рабочем месте

ГОСТ 12.1.038–82 [7] подразделяет воздействие на человека на несколько основных агентов:

- электролитическое воздействие - разложение органических жидкостей тела и нарушение их состава.
- термическое воздействие – нагрев внутренних органов из-за высокой температуры, поверхностные ожоги тела
- биологическое воздействие – поражение тканей тела, сопровождаемое произвольным сокращением мышц.

По ГОСТ 12.1.038–82 [7] опасным для человека напряжением является 42 В, а опасная сила тока начинается со значения – 0,01 А. Для обеспечения электрической безопасности необходимо проводить комплекс мероприятий по минимизации рисков удара электрическим током. Для этого производится ликвидация прямого контакта тока с человеком – изоляция проводов, установка предупреждающих знаков, использование пониженного напряжения и заземление проводов. Также реализуется система защитной блокировки и отключение электричества при замыкании.

Руководствуясь СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [12] офисное помещение и рабочие места с компьютерной или иной электропотребляющей техникой должны быть оборудованы специальным заземлением. Также следуя основными мероприятиями для предотвращения поражения от электричества необходимо:

1. Соблюдать правила технической эксплуатации электроприборов.
2. Соблюдать правила техники безопасности при эксплуатации электроприборов.
3. Соблюдать правила устройства электроприборов [7].

Необходимо учесть, что к работе должны подпускаться люди, прошедшие инструктаж по технике безопасности и аттестированные на предмет знаний безопасной эксплуатации, требуемой от работника машин и оборудования.

5.2.2 Пожароопасность

К факторам опасные для человека во время пожара следует отнести повышенную температуру, пламя и ожоги тканей, выделение токсичных компонентов во время горения химических материалов, отсутствие должного количества кислорода и отравление дымом.

Дополнительную опасность несет физическое воздействие на человека частей конструкций и сооружений, разрушаемые в ходе горения, разложение

химических и радиоактивных материалов, подвергшиеся горению, а также электрические провода, которые имеют нарушенную целостность изоляции из-за горения изоляционного материала или обрыва.

НПБ 105-03 [9] классифицирует материалы, к которым относятся компьютерная техника на подкатегории В1-В4 (пожароопасные) - твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, вещества и материалы способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

Для того, чтобы обеспечить пожарную безопасность необходимо иметь в помещениях, оборудованные персональными компьютерами, специальную нормативную документацию и материалы СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [12]:

1. Инструкция о мерах пожарной безопасности.
2. Схемы эвакуации людей в случае пожара.
3. Система оповещения людей о пожаре.

Для того, чтобы не допустить возникновения пожара в помещении необходимо – не загромождать проходы и лестницы, не захламлять рабочее место и не подключать собственные электрические приборы на рабочем месте, не допускать неквалифицированных специалистов к ремонту электросетей и оборудования, пользоваться открытым огнем в помещении, курить и бросать спички или окурки в помещении, не оставлять легковоспламеняющиеся материалы где-либо без обеспечения пожарной защиты и надзора, не допускать нагрева горючих материалов или перегрева электроприборов. Также необходимо иметь в открытом и близком доступе огнетушители.

К работе следует допускать людей прошедшие инструктаж по противопожарной безопасности, а при смене рода деятельности следует проводить дополнительное обучение по предупреждению и тушению возможных пожаров. После проведения инструктажа противопожарной безопасности необходимо внести инструктируемого в журнал регистрации

противопожарного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

5.3 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды включает комплекс мер с помощью которых производится обеспечение безопасностью населенных пунктов, рациональное использование земель и вод, предотвращение загрязнения поверхностных и подземных вод, воздушного бассейна, сохранения лесных массивов, заповедников, охранных зон.

Как известно, предприятия чья область ведения работ связано с добычей нефти и газа отрицательно воздействует на природу и по показателю вреда занимает одно из лидирующих позиций. Загрязняется практически всё – литосфера, атмосфера и гидросфера. Данные вредные процессы связаны со строительством наземных и подземных объектов добычи нефти, строительства скважин, в ходе которого происходит загрязнение грунтовых вод и грунта, и производственно-промышленные процессы добычи нефти, которые также наносят вред окружающей среде (разливы нефти по поверхности и стравливание газов в атмосферу).

5.3.1 Анализ воздействия производственной среды на атмосферу

Загрязнение и отрицательное влияние на атмосферу в нефтегазовой промышленности происходит во время отраслевых процессов и выбросов вредных веществ в воздух. Эти выбросы производятся во время отопительных процессов и во время перевозок (автотранспорт). Помимо этого, нарушение целостности атмосферы происходит из-за аварий и как следствие - утечек углеводородов. При этом это наиболее опасный инцидент, ведь помимо загрязнения атмосферы – происходит и загрязнение литосферы и биосферы.

Также возможно загрязнение воздуха при сгорании топлива, распыления аэрозолей и растворителей при покрасочных и сварочных работах.

Необходимо отдельно выделить процесс сгорания попутных газов на факеле.

При этом в атмосферу сбрасывается огромное количество углекислого газа.

Перечень основных вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу при строительстве и эксплуатации объектов по добыче нефти, приведен в Таблице 5.3 [1].

Таблица 5.3 – Перечь основных вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу

Загрязняющее вещество	ПДК в воздухе населенных мест, мг/м ³	ПДК среднесуточная, мг/м ³	Класс опасности
Железа оксид	-	0,04	3
Марганец и его соединения	0,01	0,001	2
Бензапирен	-	0,00001	1
Свинец и его соединения	0,001	0,0003	1
Азота диоксид	0,085	0,04	2
Азота оксид	0,4	0,06	3
Углеводороды (по метану)	50	-	-
Растворители (по ксилолу)	0,2	0,2	3
Химреагенты (по метанолу)	1	0,5	3

Для того, чтобы минимизировать загрязнение атмосферы необходимо:

- грамотно соблюдать правила безопасности и охраны труда, для предотвращения и минимизаций рисков инцидентов и аварий на производстве
- сокращать выбросы в атмосферу через оснащение дополнительными средствами защиты оборудования – фильтры, предохранительные клапаны, герметичные емкости
- вести расход ГСМ и использовать новое оборудование, соответствующее нормам экологического стандарта

5.3.2 Анализ воздействия производственной среды на гидросферу

Загрязнение и отрицательное влияние на гидросферу также часто происходит в процессе нефтегазового производства. Первоочередно, происходит загрязнение поверхностных и грунтовых вод в процессе строительства и эксплуатации скважин.

Загрязнение грунтовых вод происходит при нарушении технологий бурения и крепления скважин. Поверхностные воды могут загрязняться при переносе нечистых водных масс во время дождей, которые являются источником дальнейшего загрязнения водоемов и грунтовых вод. Поэтому необходимо исключить выбросы и загрязнение в местах, которые подвержены дальнейшему воздействию ливневыми потоками.

Также влияние на гидросферу происходит при заборе воды системами ППД, бурении артезианских скважин, используемое для производственных целей.

Для минимизаций процессов влияния на гидросферу необходимо:

- проектировать промысловые объекты за пределами водоохранных зон
- проводить плановые осмотры для обеспечения надежности производственных систем (трубопроводы, скважины, системы ППД)

- предусмотреть водопропускные сооружения, которые обеспечат регулирование водного режима рек, проток и внутриболотного стока.
- проводить грамотное обволакивание и обустройство кустовых площадок
- проводить сбор поверхностных и аварийных, загрязненных нефтью стоков с территории площадок в дренажные емкости

5.3.3 Анализ воздействия производственной среды на литосферу

Загрязнение и отрицательное воздействие на поверхность земли происходит в ходе с строительно-монтажных работ, передвижке транспорта и выбросов отходов производства, а также аварийные разливы нефти и пожары.

Разрушение литосферы в процессе производства также происходит из-за вырубки лесов, среза либо уплотнения почвенного покрова, отсыпки поверхности земли песком и засорения территории ведения работ производственным мусором

Для минимизации вредного воздействия на литосферу необходимо:

- производить работы по одной системе коммуникаций (трубопровод, дорога)
- нефтепромысловые системы должны быть безаварийными, также необходимо обеспечить регулярную диагностику данных систем
- производить выдачу лицензионных участков в соответствии с действующими нормами отвода земель на основании акта выбора площадки трасс под строительство и актов натурного обследования земельных участков.
- производить размещение объектов нефтяного производства вне объектов хоз.деятельности и среды обитания животных и птиц и при согласовании с природоохранными службами.

- после завершения всех производственных процессов необходимо восстановить земли в предыдущее состояние
- Разработать решения по обеспечению экологической безопасности ссылками на НТД по охране окружающей среды
- В процессе составления проекта на обустройство необходимо включать в него мероприятия по выбору систем управления и регулирования, мест размещения средств контроля, управления и противоаварийной защиты, а также мероприятия по техническому оснащению систем добычи, сбора и подготовки нефти и их технологической эксплуатации.

5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

В ходе производственных работ существует вероятность возникновения инцидентов, аварий и чрезвычайных случаев. Дополнительно, возможны проявления природных катаклизмов – ураганы, бураны, пожары, наводнения или критически низкие температуры или же природные аварии. Поэтому необходимо учесть данные ситуации при производственной деятельности.

При проявлении данных непредвиденных случаев необходимо четко соблюдать и выполнять мероприятия спасения людей, к которым относятся:

- вызов скорой медицинской помощи
- уведомление вышестоящего руководства о возникновении непредвиденной ситуации
- организация охраны места происшествия до прибытия необходимой помощи

Правила действия при непредвиденных происшествиях существуют в любой компании. С этими правилами можно ознакомиться у инженера отдела ОТ ТБ.

При производственной деятельности в нефтяной сфере возможны случаи возгорания систем оборудования. Поэтому данные помещения, подверженные риску должны быть оборудованы средствами тушения огня – огнетушители, гидранты, пожарные щиты с необходимым комплектующим. Все средства должны соответствовать всем нормам и требованиям охраны труда и правил безопасности [7].

В случае получения человеком ожогов необходимо:

- освободить поврежденную часть тела от одежды
- наложить марлевую повязку, смоченную спиртом
- напоить пострадавшего горячим чаем, укутав в теплую ткань
- доставить больного в больницу

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Месторождение Акшабулак Центральный расположено в Сырдарьинском (бывшем Теренозекском) районе Кызылординской области Республики Казахстан. Район слабозаселенный, с климатического отношения является полупустыней со слабой инфраструктурой (район слабозаселен, плохая дорожная сеть). Работы на территории осуществляются вахтовым методом.

Работникам, выполняющим работы вахтовым методом, полагаются:

- районный коэффициент в зависимости от расположения региона;
- плановые бесплатные медосмотры, для обнаружения заболеваний, которые могут, возникнуть в результате трудовой деятельности работников;
- средства индивидуальной защиты, применяемые в течение рабочей смены;
- выплаты в результате производственных травм и профессиональных заболеваний.

Сотрудники, которые работают в офисных помещениях по ГОСТ 12.2.032-78 [6] должны быть укомплектованы рабочим местом, в которых места сидения, органы управления, органы визуализации должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям. Рабочее пространство должно включать зону досягаемости моторного поля для комфортного ведения работ. Соответственно, часть выполняемые операции должны быть комфортны и легкодоступны для осуществления. Оборудование и средства рабочей мебели должны иметь регулируемую конструкцию для удобного ведения работ. Сюда можно отнести высоту рабочей поверхности и сидения, а также пространства для ног. Для этого учитывается рост сотрудника – при росте 1800 мм, подставка составляет 655 мм. Если сотрудник имеет рост ниже среднестатистического, необходимо высоту рабочего сиденья и подставку для ног на величину, равную разности между высотой рабочей поверхности для работающего ростом 1800 мм и высотой рабочей поверхности, оптимальной для роста данного работающего. Рекомендуется, чтобы высота рабочего сидения была 420 мм.

Заключение

В ходе данной работы были исследованы зависимость гидродинамической модели на вертикальную анизотропию пласта Ю3т и дальнейшая адаптация его.

Необходимо отметить, что в модели использовалась распределение средней проницаемости по пласту Ю3т. В тоже время как реальные проницаемости достигали 10 и более дарси, что не противоречит увеличению средней проницаемости в 3,5 раза

Погрешность расчетов составило всего 2,5%. Такой результат указывает на то, что упущение из модельного построения анизотропии проницаемости пласта может приводить к занижению параметров разработки, что может привести не только к снижению ожидаемой добычи, но и к неправильным экономическим расчётам. Этот факт вновь подтверждает значительное влияние анизотропии проницаемости на процесс моделирования разработки месторождения. Таким образом, включение в геолого-гидродинамическую модель величин вертикальной анизотропии проницаемости имеет существенное влияние на поведение коллектора. Как показали результаты расчётов, построение изотропной модели может привести к упущению из накопленного показателя по добычи нефти до 1 % от того же значения по изотропной модели. Как следствие, при дальнейшем моделировании предлагаемых операций по увеличению нефтеотдачи данное отклонение будет только увеличиваться, что будет создавать искажённую картину разработки

Список используемой литературы

1. ГН 2.2.5.1313–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. // МСК от 13.02.2018 г. №25. — С. 120-134
2. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» // Росстандарт от 09.06.2016 г. №602-ст. — С. 6-12
3. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. // Стандартиформ, 2015 г. — С. 48-76
4. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. // Стандартиформ, 2006 г. — С. 11-38
5. ГОСТ 12.1.005-88 (2001) ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху санитарной зоны. // М.: Стандартиформ, 2008 г. — С. 11-38
6. ГОСТ 12.1.019-79. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. // М.: Стандартиформ, 2019 г. — С. 116-168
7. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. // ИПК Издательство стандартов, 2001 г. — С. 11-48
8. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. // ИПК Издательство стандартов (2001 г.) С. 8-16
9. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. // Типография ФГУ ВНИИПО МЧС России г. Балашиха, 2009 г. — С. 6-16110
10. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. // Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора № 3 2005 г. — С. 8-38

11. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. // Министерство Здравоохранения России, г. Москва, 2009 г. — С. 1-13
12. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. // Министерство Здравоохранения России, г. Москва, 2009 г. — С. 13-26
13. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Электромагнитные излучение радиочастотного диапазона. // Министерство Здравоохранения России, г. Москва, 2011 г. — С. 43-48
14. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. // М.: Союз, 1996 г. - 150 с.
15. Федеральный закон от 24.07.2009 N 212-ФЗ (ред. от 19.12.2016) «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования».
16. «Инструкция по применению классификации запасов месторождений, перспективных и прогнозных ресурсов, нефти и природного углеводородного газа». Алматы, 1997
17. Р.А. Хамитов, К.В. Антонов, В.М. Лобанков. Задачи МЦ «Урал-Гео» при геологическом изучении недр // Научно-технический вестник «Каротажник». - 2003.-№ 3. - С. 56-61.
18. Абдуллин Р.Н., Рахматуллин А.Р. Пример практического применения информации о трещиноватости по данным комплекса ГИС и высокотехнологических методов // Георесурсы. – 2017. – Т. 20. – № 3. – С. 261–266.

- 19.Белозеров В.Б., Коровин М.О. Роль фациального анализа в эффективности разработки залежей углеводородов // Газовая промышленность. - 2017 - №. 7 (755). - С. 18-23 [526608-2017].
20. Вахитова Г.Р., Галин Н.Н., Гумерова А.С. Анализ заводнения продуктивных пластов при наличии пространственной неоднородности // Сборник научных трудов SWORLD по материалам международной научно-практической конференции. – 2011. – Т. 13. – Вып. № 2. – С. 80–90.
- 21.Злобин А.А., Лебедев С.В. Определение главных осей анизотропии пустотного пространства горных пород. ПГТУ // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. — 8/2008. — С. 66-70
- 22.Коровин М.О. Исследование анизотропии петромагнитных и акустических свойств коллекторов нефтяных месторождений / Сборник докладов VI региональной научно-технической конференции молодых специалистов ОАО «ТомскНИПИнефть», Томск, 2013.
- 23.Краснощекова Л.А., Меркулов В.П. Литологопетрофизическая анизотропия песчаноглинистых коллекторов нефтяных месторождений // Научнотехнический вестник ЮКОС. –2004. – № 10. – С. 33–36.
- 24.М-01.05.25–02 Методический документ. Создание цифровых гидродинамических моделей. — СПб.: ОАО «Газпром нефть», 2015.
- 25.Меркулов В.П., Краснощекова Л.А. Исследование пространственной литологопетрофизической неоднородности продуктивных коллекторов месторождений нефти и газа // ИзвестияТомского политехнического университета. – 2002. – Т. 305. –№ 6. – С. 296–303.
- 26.РД 153–39.0-047-00 Регламент по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений. — М.: Минтопэнерго России, 2000. — 130 с.
- 27.Семенов В.В., Казанский А.Ю., Банников Е.А., ЗАО «Сибнефтепроект». Изучение анизотропии горных пород на керне и ее ориентация в

- пространстве палеомагнитным методом // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. — 1/2008. — С. 18-23
28. Техническое описание Eclipse, Schlumberger, 2017
29. Техническое описание Tnavigator, RFT, 2018
30. Хисамутдинов Н.И., Владимиров И.В. Влияние анизотропии латеральной проницаемости на выработку запасов нефти // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. — 1/2010. — С. 8-20
31. Хисамутдинов Н.И., Владимиров И.В., Литвин В.В., Михеев Ю.В. Влияние вертикальной анизотропии проницаемости на характеристику вытеснения нефти и показателей разработки модельной залежи // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. — 1/2010. — С. 20-27
32. Хисамутдинов Н.И., Владимиров И.В., Сагитов Д.К. Моделирование процессов нефтеизвлечения из анизотропного пласта при различных режимах разработки залежи. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. — 1/2010. — С.5-7
33. Amaefule, J.O, Altunbay, M., Tiab, D, Kersey, D.G., and Keelan, D.K, 1993, Enhanced Reservoir Description: Using core and log data to identify Hydraulic (Flow) Units and predict permeability in uncored intervals/wells, SPE 26436, presented at 68th Ann. Tech. Conf. And Exhibit., Houston, Tx
34. Clavaud J.B., Mainault A., Zamora M. Rasolofosaon P. and Schlitter C. Permeability anisotropy and its relations with porous medium structure / J.B. Clavaud, A. Mainault, M. Zamora, P. Rasolofosaon, C. Schlitter // Journal of geophysical research. – 2008. – Vol. 113. – p.1-10.
35. Earlougher R.C. Discussion of Interference Analysis for Anisotropic Formations // A Case History. Petrol. Tech. Dec. 1975. Trans. AIME, 259. -P. 1525.
36. Experimental study of impact of anisotropy and heterogeneity on gas flow in coal. P. II: Permeability / Yuling Tan, Zhejun Pan, Jishan Liu, Fubao Zhou, Asadul Haque // Fuel. – 2018. – V. 230. – P. 397–409.

37. Farrell N.J.C., Healy D., Taylor C.W. Anisotropy of permeability in faulted porous sandstones // *Journal of structural geology*. – 2014. – V. 63. – P. 50–67.
38. Huafeng Sun, Sandra Vega, Guo Tao. Analysis of heterogeneity and permeability anisotropy in carbonate rock samples using digital rock physics // *Journal of petroleum science and engineering*. – 2017. – V. 156. – P. 419–429.
39. Investigation of the permeability anisotropy of 2D fractured rock masses / Feng Ren, Guowei Ma, Guoyang Fu, Ke Zhang // *Engineering geology*. – 2015. – V. 196. – P. 171–182.
40. Menezes F.F. Anisotropy of volume change and permeability evolution of hard sandstones under triaxial stress conditions // *Journal of petroleum science and engineering*. – 2019. – V. 174. – P. 921–939.
41. Minory Sato, Takato Takemura, Manabu Takahashi. Development of the permeability anisotropy of submarine sedimentary rocks under true triaxial stresses // *International journal of rock mechanics and mining sciences*. – 2018. – V. 108. – P. 118–127.
42. Noirot M., Massonnat G., Jourde H. On the use of Wireline Formation testing (WFT) data: 2. Consequences of permeability anisotropy and heterogeneity on the WFT responses inferred flow modeling // *Journal of petroleum science and engineering*. – 2015. – V. 133. – P. 776–784
43. Oldenburg D.W., Li Y., Farquharson C.G., Kowalczyk P., Aravanis T., King A., Zhang P., and Watts A., 1998, *Applications of Geophysical Inversions in Mineral Exploration Problems: The Leading Edge*, 17, 461-465.
44. Parsons, S., and McGaughey, J., 2007, Rock property database system, in B. Milkereit, ed., *Proceedings of Exploration 07: Fifth Decennial Conference on Mineral Exploration* (this volume).
45. Perron, G., 2007, Process workflows for 3D exploration modelling, in B. Milkereit, ed., *Proceedings of Exploration 07: Fifth Decennial Conference on Mineral Exploration* (this volume). [

46. Pretorius, C.C., Chunnett, G.K., Chalke, T.W.J., and Gibson, M., 2007, 3D data integration for exploration and mine planning, in B. Milkereit, ed., Proceedings of Exploration 07: Fifth Decennial Conference on Mineral Exploration (this volume).
47. Ramey H.J. Interference Analysis for Anisotropic Formations A Case History. Petrol. Tech., Oct. 1975. - Trans., AIME, 259.-P. 1290- 1298.
48. Reeckmann, S.A., West, B.P., and Reilly, J.M., 2007, The role of alternative scenarios and a regional geologic framework for subsalt and deep exploration: The Leading Edge, 26, 278-281.
49. Sprague, K and de Kemp, E.A., 2005, Interpretive tools for 3D structural geological modelling Part II: Surface design from sparse spatial data: GeoInformatica, 9, 5-32.
50. Sprague, K., de Kemp, E., Wong, W., McGaughey, J., Perron, G., and Barrie, T., 2006, Spatial targeting using queries in a 3D GIS environment with application to mineral exploration: Computers & Geosciences, 32, 396-418.
51. The permeability of stylolite-bearing limestone / M. Heap, T. Reuschle, P. Baud, F. Renard, G. Lezzi // Journal of structural geology. – 2018. – V. 116. – P. 81–93.
52. Tikhanovich V.S. Optimization of Complex Field Development with Anisotropic Distribution of Formation Filtration Properties, SPE, Tomsk Polytechnic University, 2007
53. Two dimensional flow in a porous medium with general anisotropy Department of Mathematical Sciences and Technology (Norwegian University of Life Sciences). 2004. Available at: http://www.cost734.eu/reportsandpresentations/6thmanagementcommitteemeetinginoscarsborg/oscarsborg_p14.pdf (дата обращения 05.08.2018).
54. Tyvand P.A. & Storhaug A.R.F. Two-dimensional flow in a porous medium with general anisotropy / P.A. Tyvand & A.R.F. Storhaug // Department of Mathematical Sciences and Technology (Norwegian University of Life Sciences). – 2004.
- 55.

Приложение А
(справочное)

Construction of a geological model of the field

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ91	Омаров Айтжан Кубейсинович		28.05.21

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Белозеров В.Б.	д.г-м.н.		28.05.21

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Уткина А.Н.	к.филол.н.		28.05.21.

Quality mineral exploration targets have become increasingly difficult and expensive to find and test. Obviously identifiable geophysical anomalies have generally been tested already in known productive mining camps. As depth of exploration or the complexity of target environments increase, explorationists must look at data for increasingly subtle indications of possible ore. Direct geophysical detection becomes less likely. Initial target identification becomes much more a challenge of recognizing the 3D context of the near-ore environment than finding the bulls-eye itself. Although the ore setting provides a larger target to search for than the economic orebody, its characterization is much more complex. Its recognition depends on our ability to model the 3D geometric relationships amongst ore, the mineralized and altered environment around it, and the general configuration of the host lithological and structural variability at both regional and project scales.

A simple and general framework for integrating geological and geophysical data for exploration targeting is initially discussed. The remainder of the paper summarizes the geological and geophysical modelling technology and knowledge required to put it into practice. Understanding and manipulating physical properties in prospective ground is the theme that unites each component of this paper.

An ideal to strive for is a system that takes exploration data and a conceptual target model as input, and automatically generates quality drillhole targets as output (Figure 1). The technology is a long way off.

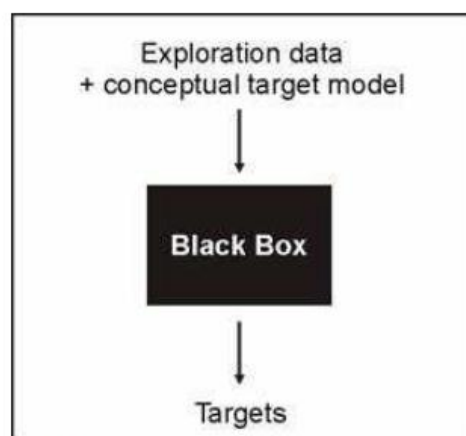


Figure 1: Ideal targeting system

The problem of transforming data to targets could reasonably be tackled as either an automatic, data-driven, artificial intelligence approach or by the expert-driven approach of breaking the problem into components and analyzing them as geoscientists. The latter approach is taken here. Although the black box of Figure 1 is remote, it is possible to design system components that approximate it. 3D geological modelling, physical property analysis, and constrained inversion must figure prominently. The first logical step is separation of the geological interpretation from the targeting based on that interpretation. This means creating an earth model or, better yet, a range of earth models, consistent with the data and the conceptual target model. The earth models created can then be interrogated by a separate targeting system for indications of the presence of the ore system sought (Figure 2).

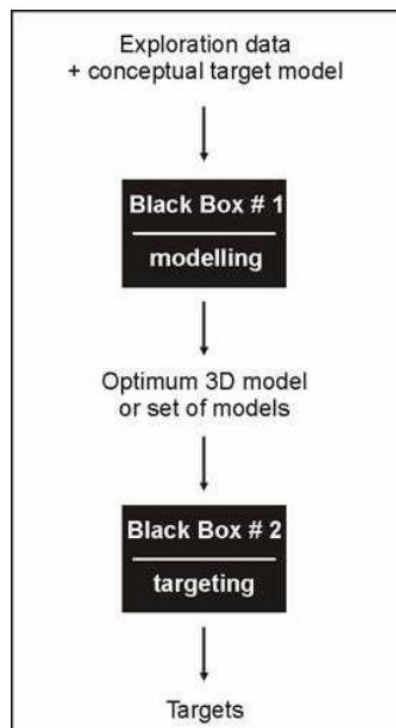


Figure 2: The exploration process as modelling followed by targeting.

Figure 3 illustrates a schematic expansion of the black boxes into one possible process: a series of steps that can be done with practical tools today, and are currently being employed by some leaders in the industry. Although the steps in Figure 3 are shown for simplicity as a linear progression, reality is more complex. The query and target generation may feed back to refining the initial conceptual model. Geophysical inversion may play a role in initial construction of the 3D structural model, with

aspects of that structural model constraining a later inversion designed to map 3D physical property distributions within certain formations. (Because of the complexity of the interdependent relationships between different, quite technical, processes, new “workflow” software interfaces are being developed to facilitate the practical work by keeping the user interface close to the business problem level, as opposed to getting bogged down in numerous drop-down menus and dialogue boxes asking for detailed input, such as inversion control parameters (Perron, 2007)).

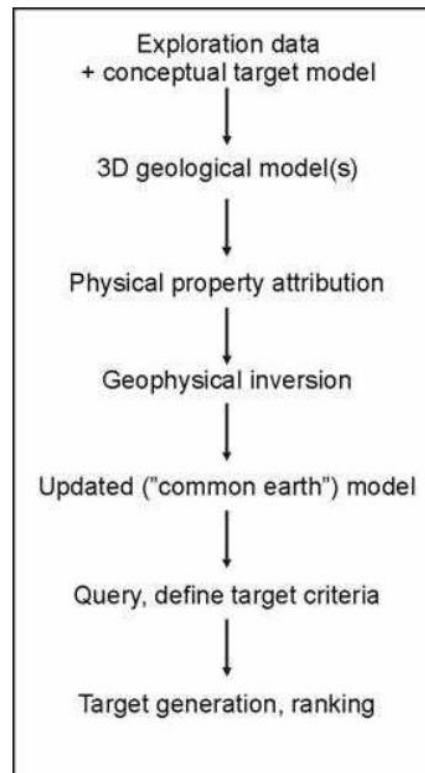


Figure 3: One practical implementation of a targeting process flow.

Each of the steps of Figure 3, and the connections between them, are conceptually simple. The technologies corresponding to both the steps and the connections between them, however, present significant obstacles to practical implementation. There are theoretical computational challenges, software development challenges, and challenges in quantitative characterization of expected ore deposit models.

The remainder of this paper reviews geological modelling, rock property modelling, and geophysical inversion technology. What is achievable today as well as present obstacles are discussed, with the scope restricted to the modelling

component of the process of Figure 2. The targeting component is in a similar state of progress: descriptions and examples of data management, 3D query, and model-based targeting, not discussed further here, can be seen in Apel (2006), Sprague et al. (2006), Caumon et al. (2006), and Martin et al. (2007).

Over the years there has been a steady progression in the technology available to the earth scientist to construct models based on geological concepts and field data. 2D GIS mapping systems have been commonplace in exploration offices for more than ten years. They combine modelling, spatial analysis, and query functions, although the 2D limitation makes the technology unsuitable for the purpose here. Mine planning system software, designed for resource modelling and mine engineering, has become increasingly used in 3D exploration applications despite obviously critical deficiencies such as lack of both structural modelling tools and support for geophysical data. The core limitations of conventional 2D GIS and 3D mine planning technology means we must look past them to new technology if we are to succeed in our data integration program for targeting.

Geological models take many forms, from ideas and sketches to fully 3D representations that capture many of the important characteristics of the earth. In all cases they are a partial representation of reality. Geological models can have multiple definitions, including conceptual, genetic, and spatial. For the purpose of providing a foundation for data integration and targeting, we must construct a 3D spatial geological model based on field observations. This multidisciplinary model will be based on observations that may include map and drillhole data, structural and stratigraphic histories, geophysical and geochemical data. The processes must be able to cope with the sparse data of regional, greenfields exploration as well as the rich data environments of in-mine or near-mine exploration. The last several years have seen remarkable advances in the technology and methods of 3D geological model construction. Technologies originating in the oil and gas domain have been successfully adapted and extended to mineral exploration applications at regional, camp, and deposit scales. They are now being deployed by major mining companies,

junior exploration companies, and geological surveys for modelling complex, 3D geological environments for ore targeting.

In a ten-year-old oil industry paper on 3D data integration that popularized the term “common earth model”, Garrett et al. (1997) summarize the significance and benefit of multi-disciplinary modelling.

The ability to iterate between disciplines and easily, rapidly incorporate new information into existing models is the core business-level requirement of the modelling technologies that are necessary to provide a foundation for the targeting process of Figure 3.

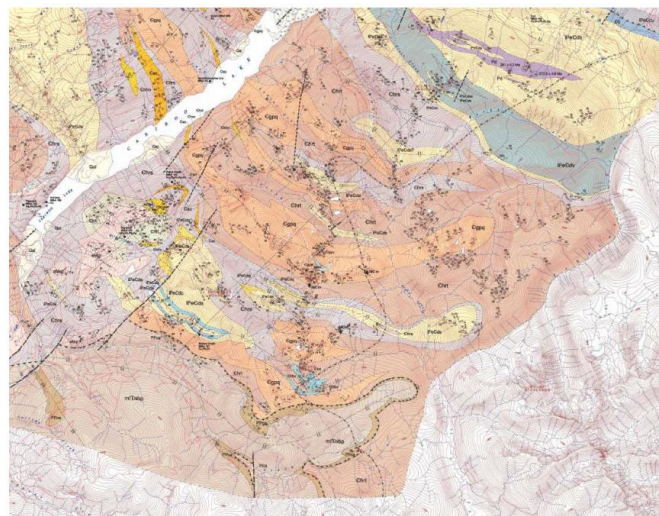


Figure 4: Camp-scale 2D geological map as basis for 3D structural model.

The following example graphically depicts a typical sequence of steps in the construction of a regional or camp-scale common earth model from a wide variety of data sources, beginning with the structural model. In practice all spatial data are incorporated, not just those shown in this example. This example is from the Frank Creek area of the Barkerville Terrane, British Columbia, completed in 2004 by Barker Minerals Ltd. The Barkerville Terrane contains occurrences of multiple ore types: porphyry Cu-Au, vein gold, placer gold, and Ni-PGE at its margins, and massive sulphides in the central Frank Creek area. It has a mining history dating back to 1860. The primary software we use is Gocad, a flexible and powerful 3D geological modelling technology originating in the petroleum industry that has found wide use

in mineral exploration over the last ten years. It is particularly suitable for creating large, 3D multidisciplinary models of very complex data.

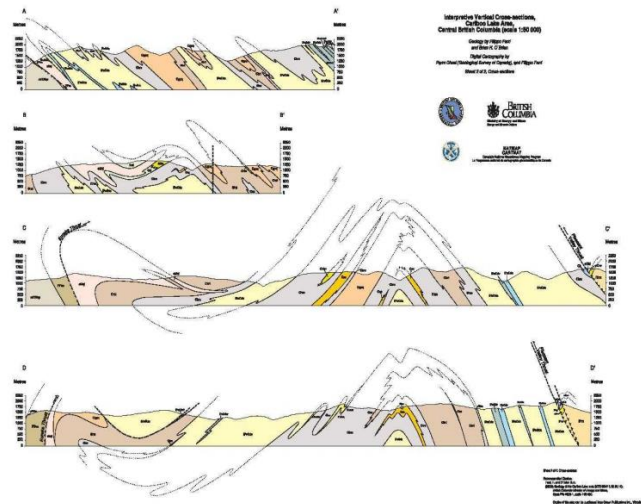


Figure 5: Structural sections used as 3D model input.

Basic starting elements in a compilation are typically a digital elevation model, a 2D geological map (Figure 4), structural measurements, and interpreted cross-sections (Figure 5). Not all these components are required, in particular 3D regional models are often made without pre-existing 2D sectional interpretation or drillhole information.

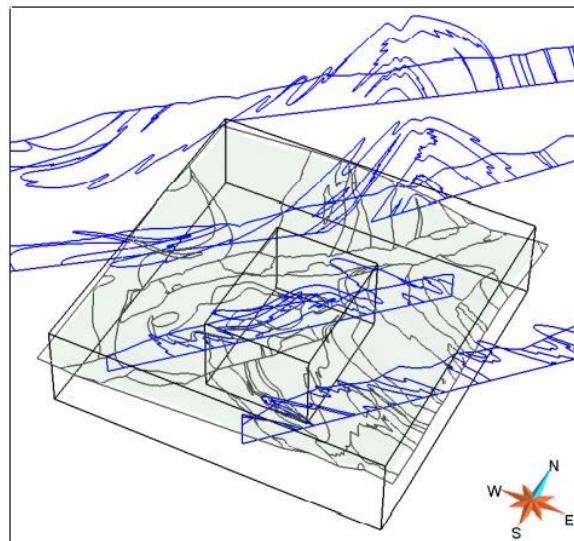


Figure 6: 2D map and section contacts digitized and rectified in 3D.

In the example shown here, maps and sections from government interpretations were digitized and rectified in 3D, as shown in Figure 6 (sections in yellow, map contacts in grey, model extents as white rectangular boxes). In this case two scales of

modelling were completed simultaneously, as shown by the larger and smaller boxes. It is a system requirement that multiple 3D model scales must be handled simultaneously, just as we demand of 2D mapping. Figure 7 shows the topographic surface coloured by elevation. Structural data are posted correctly in 3D (bedding control symbolized by rectangular plates with appropriate strike and dip; foliation control symbolized by oval plates). Visualization of structural symbols in 3D, where structural data are available, is a key interpretational step in conceptualizing the structural architecture for guiding the 3D model construction (de Kemp and Desnoyers, 1997).

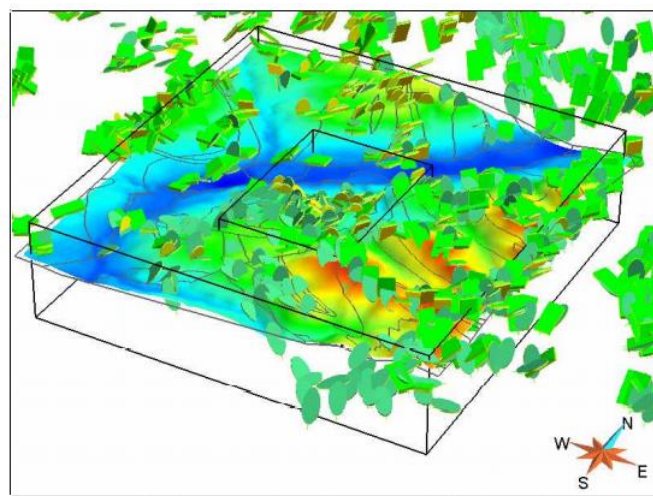


Figure 7: Modelled topography with 3D symbolization of structural data.

Structural models are typically constructed by initially building a “water-tight” network of fault blocks, working from the largest, youngest faults to the older faults. Formational contact surfaces are constructed to explicitly honour the map, section, and structural control. The “Structural Modelling Workflow” in Gocad guides the user quickly through the process, by automating repetitive tasks while enabling direct 3D editing. The vector structural model of Figure 8 (close-up in Figure 9; faults in blue, formational contacts in other colours) was quickly constructed from only the map, section, and structural data shown.

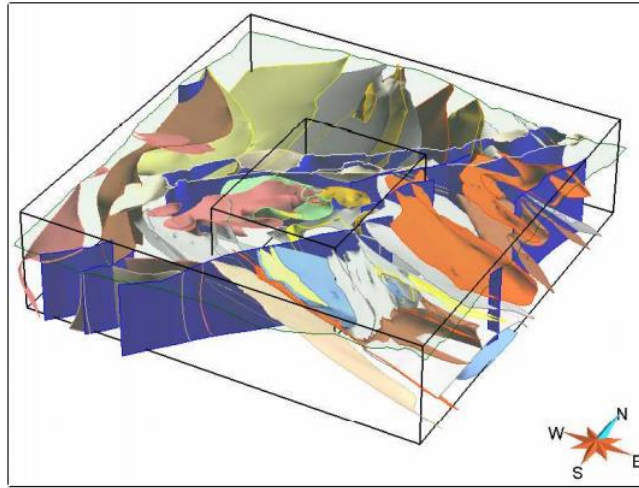


Figure 8: The 3D structural model.

A vector earth model - a collection of discontinuity surfaces enclosing volumes—is insufficiently general to capture the expected physical rock property distributions which are responsible for the geophysical data. This is true even in sophisticated models that permit rock properties to be represented by analytical functions per model volume, as is often done in petroleum applications in which velocity models are represented analytically layer by layer. We require a rasterized version of the model in which the model is fully populated by polygons that can discretize the physical property distribution. In the simplest case the polygons are rectilinear (the classic 3D grid) but the model can also be rasterized by tetrahedra or more complex polygons.

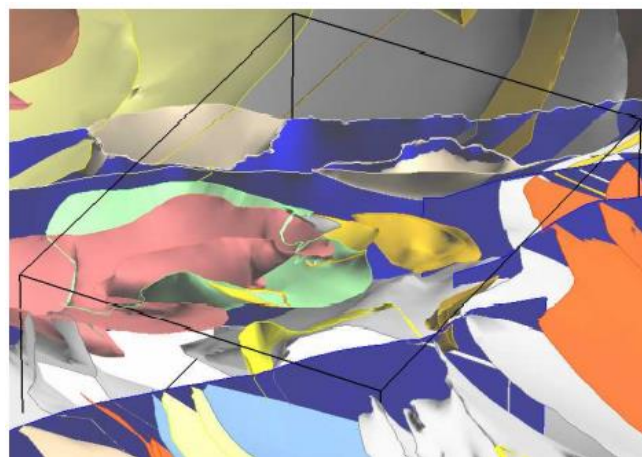


Figure 9: Detail view showing complex structural geometry.

After the 3D vector model has been divided into a series of sub-volumes (starting with fault blocks and formations), a grid or raster is superimposed on it to

carry rock properties such as lithology and alteration classifications, density, electrical and magnetic physical properties, geochemical parameters, or metal content. The ability to rapidly transform the vector geometric model to a raster grid model, and then maintain multiple versions of the raster model with different properties at various resolutions, is a critical technology component. In Figure 10 the cells of the raster model are coloured by formation, some of which are cut away in Figure 11 showing a simple but highly effective visualization of the 3D solid geology, in addition to being able to carry and display an arbitrary number of scalar, vector, or tensor numerical properties per grid cell.

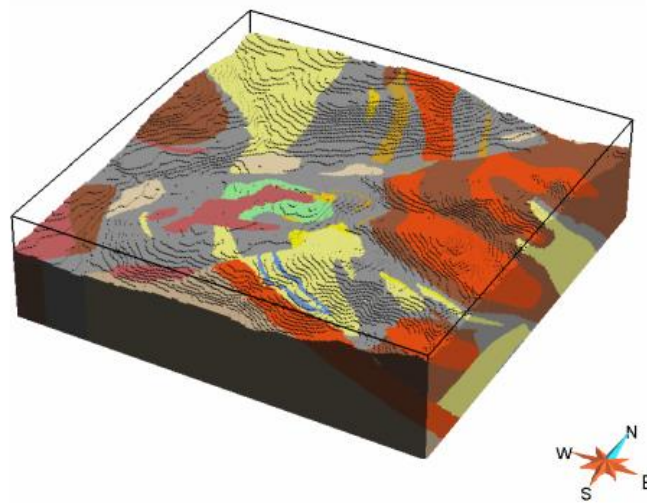


Figure 10: The raster gridded 3D structural model, simply converted from the vector model of Figure 8, with cells coloured by formation.

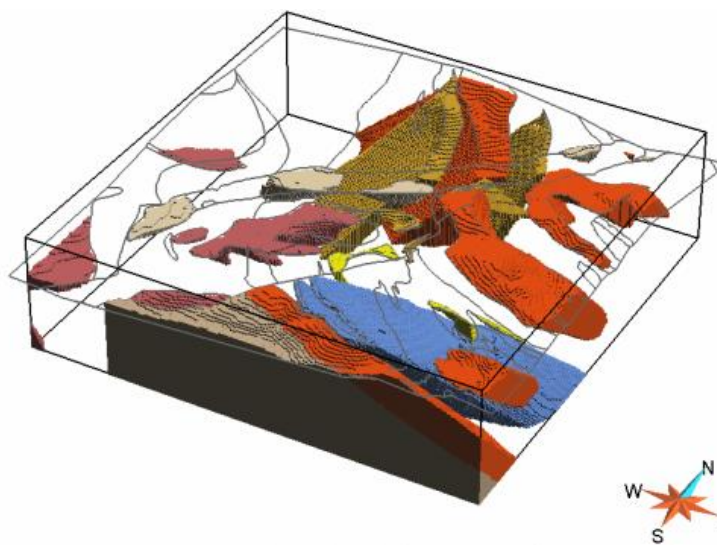


Figure 11: Raster structural model of Figure 10, with several formations cut away to expose internal grid geometry.

Once the 3D model is constructed, dynamic visualizations that make a meaningful difference to interpretation are simply made. Figures 12 illustrates formations on multiple sections that may be scrolled through rapidly and interactively. Figure 13 shows proximity to major structural breaks, another simple property of the model on the same sections.

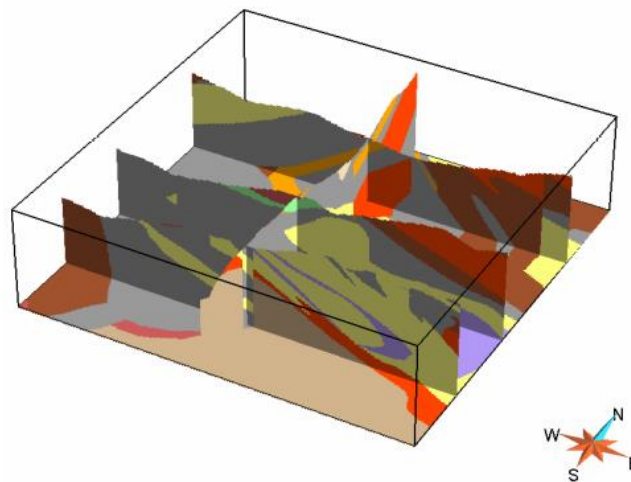


Figure 12: Sectional and level plan views of formations in the 3D structural model can be visualized rapidly and dynamically.

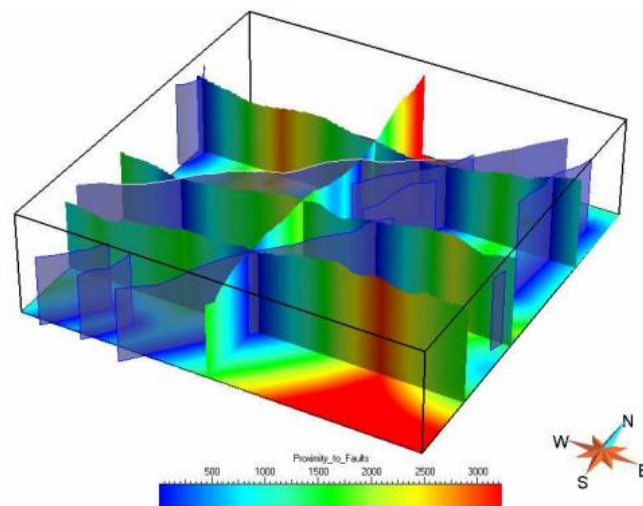


Figure 13: Sectional display of proximity to major faults. Any numerical property or classification can be interactively displayed and the model queried to identify subvolumes that match multivariate criteria.

The 3D vector and raster models provide the basic data structures for reconciling geological and geophysical data. It is a simple conceptual step from a 3D structural model to a grid that can support physical properties (Figures 4 –12), to forward modelling or inverting geophysical data. It is important to note that without a fluid implementation of these technologies, this simple sequence of steps is difficult and time-consuming. That is why most geophysical forward modelling for purposes of survey design or target detectability studies is still based on highly simplified earth models. Hypothetical geophysical surveys over ore targets are still primarily forward modelled by considering the host geological environment as homogeneous, which is very seldom a reasonable assumption. Even if the so-called “geological noise” is considered, it is often assumed stationary, which is not a reasonable assumption, as is obvious from inspection of any magnetic or other geophysical map.

As a final note on geological modelling technology, it is worth bearing in mind that research into the knowledge-building process of transforming data into geological models somewhat pessimistically indicates that the modelling black box of Figure 2 will not be achievable for a very long time, if ever. Individuals interpret field evidence to constrain possible histories and explanations, and these are regularly underdetermined by available theory and data, resulting in multiple valid explanatory models where selection of the optimal model is often described as being an art as well as a science... the development of geological map unit concepts is influenced by theory, data, individuality and specific situations (Brodaric et al., 2004). Automated geological modelling approaches such as observation-based stochastic methods, or other probabilistic approaches to exploring geological model space, have profound system biases. Direct interaction of the modeller with the model will be required for the foreseeable future. More useful research will focus on simplifying the modelling steps through userguided workflow interfaces (Perron, 2007).

Getting the most out of integrated interpretation means that reasonable physical property distributions must be attributed to geological models, either from measurement at the site or from knowledge of physical property distributions in

similar settings. Experience working over a broad range of deposit types has demonstrated that physical property knowledge is generally poor. There are often magnetic susceptibility measurements available, that have been made with handheld instruments on core. Less common but still widely seen are density measurements, often made in conjunction with assays on mineralized core for eventual tonnage calculations. Electrical property measurements are rare. Calibrated wireline logging, having the twin benefits of making measurements in-situ and making many measurements over an entire package of rock types defining the ore environment, is also rare. In usual practice, when constrained inversions are carried out, physical properties are deduced from the geophysical data itself or looking up values in textbooks that one hopes may be representative (likely in vain). The former approach suffers from having to have a good prior knowledge of the 3D structural geometry, and the latter from lack of specific relevance to the area. When good, calibrated data are available it is typical to find alteration (which may be at regional scales) and ore environment mineralization to exert complex control on the physical properties. It is unreliable to make physical property assumptions based on the named rock type.

The experience of playing a role in many practical 3D geological models constructed over the last ten years, over a wide range of specific objectives, commodities, geological settings around the world, scales, data types, and data densities, leads to a number of practical observations. The principle observation is this: the technologies described here make it possible to generate significantly better exploration targets—in fact it is not possible to follow this process without technologies such as those described here—but the business practices around the technology are more important for delivering ultimate value. Some general observations regarding the process:

- The model construction mechanics are always a minor part of a well organized project. Both the software and labour required for modelling have low cost in relation to the input data cost and output business value, if the business problem is well posed. Deployment of the modelling technologies described here should

be seen as a necessary, relatively low-cost, service to the overall targeting project. Companies (or researchers) should not undertake “modelling” projects because models, in and of themselves, do not deliver value. They should undertake “target generation”, or other business-level projects, in which advanced, integrated 3D modelling is a well-defined step serving the business objective.

- Never start model building without a well-developed picture in mind of the final query and targeting process.
- Conceptual target models have a major, early impact on model construction decisions.
- Data compilation is the most significant challenge, particularly in brownfield environments with rich data archives. The data compilation and preparation in almost all cases takes an order of magnitude more time and effort than the modelling itself.
- Determination of model extents, resolution, choice and standardization of coordinate system, normalization of lithological and formational nomenclature, and legend standardization are important decisions made prior to any modelling. They can be difficult decisions because they demand perceptive anticipation of final targeting criteria and data elements. For example, assumptions regarding the gravity processing prior to inversion may impact vertical model grid-resolution or decisions at a similar level of detail.

It is important to appreciate that, although the visualization power of the 3D compilations is great, the critical value added by this process is the 3D geological modelling itself, and its integration with the multitude of cross-disciplinary datasets. It is our experience that the process of creating such 3D models invariably results in re-interpretation of some aspects that were thought adequately understood in 2D. So the method or process is illuminating in itself; it is not simply a process of importing, rectifying, and visualizing various data sets.