



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

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРАНТА**

Тема работы
Трехмерное моделирование некоомских природных резервуаров Фроловской мегадепрессии на основе геолого-геофизических данных и седиментологических исследований керна

УДК 004.925.84:552.578.2.061.4

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ11	Никонова Карина Станиславовна		14.08.23

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Чернова О. С.	д.г.-м.н.		14.08.23

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рукавишников В. С.	PhD		16.05.23

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А. А.	к.т.н.		16.05.23

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Чернова О. С.	д.г.-м.н.		14.08.23



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

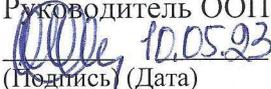
Школа: Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (ООП): 21.04.01 Нефтегазовое дело (Petroleum Engineering /  
Нефтегазовый инжиниринг)

Отделение школы (НОЦ): Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

 10.05.23

Чернова О.С.

(Подпись)

(Дата)

(ФИО)

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
2ТМ11	Никонова Карина Станиславовна

Тема работы:

<b>Трехмерное моделирование неокомских природных резервуаров Фроловской мегадепрессии на основе геолого-геофизических данных и седиментологических исследований керна</b>	
Утверждена приказом директора ИШПР	09.06.2023 160-39/с

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	14.08.2023
--	------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b>	Геологическое описание и графический материал по месторождению X, тексты и графические материалы проектных документов, отечественная и зарубежная литература, статьи по рассматриваемой тематике.
<b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b>	Исследование проблемы изученности клиноформного строения неокомских отложений. Рассмотрение геологических характеристик изучаемого месторождения. Концептуальная модель формирования неокомских отложений. «Условный палеорельеф» неокомского бассейна. Мобилизация вещества. Определение источников сноса. Вариации уровня неокомского бассейна во время валанжинготерива. Построение седиментационной модели неокомского резервуара. Анализ неопределенностей при построении седиментационной модели.

<b>Перечень графического материала</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сейсмическое сечение куба амплитуд с горизонтами НБС<sub>7</sub>, НБС<sub>8</sub>, Н<sub>Челус</sub>;</li> <li>2. Структурная карта «условного палеорельефа» неокомского бассейна на момент формирования БС<sub>8</sub>;</li> <li>3. По горизонтальный слайс куба спектральной декомпозиции в интервале циклита БС<sub>8-9</sub>;</li> <li>4. Временное сечение на последнем шаге седиментационной модели с различными параметрами;</li> <li>5. Временное сечение с элементами конуса выноса: каньон и каналы.</li> <li>6. Карта толщин, полученная после седиментационного моделирования</li> </ol>
--	--

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
«Социальная ответственность»	Сечин А.А., доцент, канд. техн. наук
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Рукавишников В.С., доцент, PhD

**Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:**

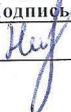
Проблемы изученности клиноформного строения неокомских отложений

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.05.2023
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Чернова О.С.	Д.Г. – М. Н.		10.05.2023

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ11	Никонова Карина Станиславовна		10.05.2023



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 (ООП): 21.04.01 Нефтегазовое дело (Petroleum Engineering / Нефтегазовый инжиниринг)

Отделение школы (НОЦ): Отделение нефтегазового дела

Период выполнения: (весенний семестр 2022/2023 учебного года)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
2ТМ11	Никонова Карина Станиславовна

Тема работы:

<b>Трехмерное моделирование неокомских природных резервуаров Фроловской мегадепрессии на основе геолого-геофизических данных и седиментологических исследований керна</b>
---

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	14.08.2023
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
31.05.2023	Проблемы изученности клиноформного строения неокомских отложений	10
19.06.2023	Геологическая характеристика месторождения	10
03.07.2023	Исходные данные для седиментационного моделирования неокомского клиноформного комплекса	20
24.07.2023	Седиментационное моделирование неокомского резервуара	30
05.06.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
29.05.2023	Социальная ответственность	10
30.05.2023	Problems of studying the clinoform structure of neocomian deposits	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Чернова О.С.	д.г. – м. н.		05.05.2023

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Чернова О.С.	д.г. – м. н.		05.05.2023

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ11	Никонова Карина Станиславовна		05.05.2023

**Результаты освоения основной образовательной программы  
Petroleum Engineering /Нефтегазовый инжиниринг**

<b>Категория компетенций</b>	<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>
Системное и критическое мышление	<b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного анализа, вырабатывать стратегию действий	<b>И.УК(У)-1.1.</b> Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
		<b>И.УК(У)-1.2.</b> Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению
		<b>И.УК(У)-1.3.</b> 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
		<b>И.УК(У)-1.4.</b> Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций в своей предметной области
Разработка и реализация проектов	<b>УК(У)-2.</b> Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<b>И.УК(У)-2.1.</b> Определяет проблему и способ ее решения через реализацию проектного управления
		<b>И.УК(У)-2.2.</b> Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
		<b>И.УК(У)-2.3.</b> Осуществляет мониторинг за ходом реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта

Командная работа и лидерство	<b>УК(У)-3.</b> Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p><b>И.УК(У)-3.1.</b> Планирует и корректирует свою социальную и профессиональную деятельность с учетом интересов, особенностей поведения и мнений людей, с которыми работает и взаимодействует</p> <p><b>И.УК(У)-3.2.</b> Организует дискуссии по заданной теме и обсуждение результатов работы команды</p> <p><b>И.УК(У)-3.3.</b> Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды</p>
Коммуникация	<b>УК(У)-4.</b> Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	<p><b>И.УК(У)-4.1.</b> Решает конкретные задачи профессиональной деятельности на основе академического и профессионального взаимодействия с учетом анализа мнений, предложений, идей отечественных и зарубежных коллег</p> <p><b>И.УК(У)-4.2.</b> Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.)</p> <p><b>И.УК(У)-4.3.</b> Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные</p> <p><b>И.УК(У)-4.4.</b> 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</p>
Межкультурное взаимодействие		<b>И.УК(У)-5.1.</b> Осуществляет профессиональную и социальную деятельность с учетом особенностей поведения и мотивации людей различного социального и

	<p><b>УК(У)-5.</b> Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p>	<p>культурного происхождения, в том числе особенностей деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий</p> <p><b>И.УК(У)-5.2.</b> Выстраивает социальное и профессиональное взаимодействие с учётом особенностей деловой и общей культуры представителей разных этносов и конфессий, других социальных групп</p> <p><b>И.УК(У)-5.3.</b> Обеспечивает создание недискриминационной среды для участников межкультурного взаимодействия при личном общении и при выполнении профессиональных задач</p>
<p>Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровье сбережение)</p>	<p><b>УК(У)-6.</b> Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p><b>И.УК(У)-6.1.</b> Анализирует использование рабочего времени в широком спектре деятельности: планирование, распределение, постановка целей, делегирование полномочий, анализ временных затрат, мониторинг, организация, составление списков и расстановка приоритетов</p> <p><b>И.УК(У)-6.2.</b> Сочетает выполнение текущих производственных задач с повышением квалификации; корректирует планы в соответствии с имеющимися ресурсами</p> <p><b>И.УК(У)-6.3.</b> Планирует профессиональную траекторию с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда</p>

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 109 страниц, 45 рисунков, 7 таблиц и 60 использованных источников. Работа содержит 3 приложения.

**Ключевые слова:** неокомский комплекс, седиментационное моделирование, конус выноса, параметры седиментационного моделирования, неопределённости.

**Объектом исследования** являются клиноформные неокомские отложения Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

**Цель исследования:** комплексирование геолого-геофизических данных для понимания архитектуры нижнемеловых резервуаров и выделения наиболее перспективных зон с улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами.

### **Задачи:**

1. Исследовать проблематику изученности неокомских отложений;
2. Изучить неопределенности необходимых исходных данных для создания седиментационной модели;
3. Создать седиментационную модель, проанализировать влияние параметров моделирования на полученный результат;
4. Выделить на основании полученных результатов зоны с наилучшими коллекторскими свойствами.

В процессе выполнения работы был проведен анализ проблематики изученности клиноформного строения неокомских отложений, были рассмотрены и изучены необходимые исходные данные для моделирования, построена трехмерная динамическая седиментационная модель, проанализированы результаты и выявлены неопределенности построения компьютерного моделирования.

**Область применения:** месторождения с неокомскими отложениями в Западной Сибири.

**Потенциальная экономическая эффективность** связана с локализацией и оконтуриванием зон с улучшенными коллекторскими свойствами на месторождении X.

**В будущем** планируется произвести детальную реконструкцию палеоповерхности неокомского бассейна на момент формирования клиноформного комплекса и оптимизировать процесс седиментационного моделирования нижнемеловых отложений путем создания библиотеки параметров моделирования.

**Благодарности.** Выражаю особую благодарность научному руководителю ЦППС НД, ТПУ О.С. Черновой и руководителю по разработке продукта ООО «Газпромнефть – НТЦ» Д.И. Жигулиной за предоставленную помощь при написании данной магистерской работы.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	12
1 ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕННОСТИ КЛИНОФОРМНОГО СТРОЕНИЯ НЕОКОМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ .....	15
2 ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....	25
2.1 Общие сведения о месторождении .....	25
2.2 Тектоническое строение.....	26
2.3 Стратиграфическое описание .....	29
2.4 Нефтегазоносность.....	32
3 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ СЕДИМЕНТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕОКОМСКОГО КЛИНОФОРМНОГО КОМПЛЕКСА .	35
3.1 Концептуальная модель формирования неокомских отложений.....	36
3.2 «Условный палеорельеф» неокомского бассейна.....	42
3.3 Мобилизация вещества. Определение источников сноса .....	45
3.4 Вариации уровня неокомского бассейна во время валанжин-готерива....	46
4 СЕДИМЕНТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕОКОМСКОГО РЕЗЕРВУАРА.....	51
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	64
5.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования.....	64
5.2 Заработная плата сотрудника.....	65
5.3 Отчисления во внебюджетные фонды.....	66
5.4 Накладные расходы .....	67
5.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности проекта .....	68
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	73
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	73
6.2 Производственная безопасность .....	76
6.3 Экологическая безопасность.....	84
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	84

ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	87
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	89
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	97
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	108
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	109

## ВВЕДЕНИЕ

Неокомский нефтегазоносный комплекс Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции содержит в себе большую долю запасов нефти и является одной из основных ресурсных баз углеводородного сырья России. На сегодняшний день одним из основных потенциальных объектов прироста запасов углеводородов в Западной Сибири служат структурно-литологические ловушки нижнемелового клиноформного комплекса.

Геологоразведочные работы с целью изучения нижнемеловых отложений начинаются с 90-х годов. Данная активность изучения связана с открытиями крупнейших месторождений углеводородов и по сегодняшний день интерес к неокомскому комплексу сохраняется. Крупнейшие и уникальные месторождения нефти и газа, такие как Самотлорское, Федоровское, Уренгойское, Ямбургское приурочены к крупным сводам и структурам первого и второго порядка. При этом существуют ничем не уступающие по запасам Приобское, Салымское и другие месторождения, но приуроченные к сложнопостроенным резервуарам. Отличные геологические строения, условия залегания залежей нефти и газа, сложная архитектура резервуаров все больше повышает интерес и открывает новые перспективные направления неокомского комплекса.

Несмотря на высокую изученность, интерес к неокомским отложениям приурочен к изучению строения и выделению перспективных участков сложнопостроенных резервуаров Западной Сибири, тем самым исследование и построение трехмерной седиментационной модели неокомских природных резервуаров на сегодняшний день актуальны.

**Объектом исследования** являются клиноформные неокомские отложения Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

**Целью** магистерской диссертации является комплексирование геолого-геофизических данных и седиментологических исследований керна для

понимания архитектуры нижнемеловых резервуаров и выделения наиболее перспективных зон с улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **научные задачи:**

1. Исследовать проблематику изученности неокомских отложений;
2. Изучить неопределенности необходимых исходных данных для создания седиментационной модели;
3. Создать седиментационную модель, проанализировать влияние параметров моделирования на полученный результат;
4. Выделить на основании полученных результатов зоны с наилучшими коллекторскими свойствами.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. При построении седиментационной модели подбор корректных параметров моделирования является одним из ключевых факторов приближения моделируемых геологических тел к реально существующим.
2. На основании построенной седиментационной модели возможно прогнозирование зон с улучшенными коллекторскими свойствами, связанные с депоцентрами песчано-алевритового материала ачимовской толщи месторождения X.

**Научная новизна:**

Впервые для месторождения X, расположенного в зоне развития неокомских клиноформ Фроловской мегадепрессии построена седиментационная модель, составлены рекомендации по подбору параметров с учетом концептуальной модели изучаемого объекта и предложен метод прогноза наиболее перспективных зон с улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами.

**Методы, использованные в работе:**

При написании магистерской выпускной квалификационной работы был использован метод построения седиментационной модели, описанный в

научно-методическом руководстве «Седиментационное моделирование в программной комплексе Petrel» (Ольнева В.А., Жуковская Е.А., 2022).

**Область применения:** месторождения с неокомскими отложениями в Западной Сибири.

**Личный вклад** автора работы заключается в анализе и систематизации накопленных научных и промысловых данных, а также последующей их интерпретации, построении динамической седиментационной модели участка месторождения, проведении анализа результатов на предмет соответствия реальным геологическим объектам, а также в разработке рекомендаций по определению параметров и степени их влияния на результаты моделирования.

**Практическая значимость** работы заключается в том, что выработанные рекомендации по определению параметров моделирования и методология седиментационного моделирования позволяют при дефиците геолого-геофизической информации получить представление о внутренней архитектуре и площадном распространении изучаемых отложений.

Исходной информацией для проведения исследования в рамках магистерской диссертации являются лабораторные исследования керна и геофизические исследования скважин, описание керна с фотографиями отдельных образцов, результаты гранулометрического анализа, сейсмический куб участка месторождения и глубины отбивок целевого объекта разработки.

**Благодарности.** Выражаю особую благодарность научному руководителю ЦППС НД, ТПУ О.С. Черновой и руководителю по разработке продукта ООО «Газпромнефть – НТЦ» Д.И. Жигулиной за предоставленную помощь при написании данной магистерской работы.





провинции. Сами по себе клиноформы Западной Сибири представлены полосовидными телами (мегалинзами), мигрирующими с юго-востока, востока к западу и заполняющими некомпенсированный осадочный бассейн путем бокового наращивания в раннемеловое время. Большинство геологов признают клиноформное строение нижнемеловых отложений Западной Сибири, но в вопросе условий формирования комплекса существуют различные точки зрения.

Чередование песчаных и глинистых клиноформ во времени и пространстве указывают на циклическое несимметричное боковое заполнение некомпенсированного бассейна седиментации, существовавшего во время нижнего мела. В течение одного цикла накапливались осадки, образующие группу пластов и формирующие одну клиноформу.

Впечатляющий обзор и анализ более 200 научных публикаций, посвящённых вопросу изучения клиноформной модели строения неоконских отложений на территории Западной Сибири представлены в монографии Ф.Г. Гурари. Автор затронул публикации, выпущенные в России 1965-2000 гг., и несмотря на многолетнюю историю изучения строения и условий осадконакопления неокома, в настоящее время остаются дискуссионные вопросы (палеогеография, влияние тектоники и т.п.) (Гурари Ф.Г., 2003).

Согласно распространённому представлению, клиноформы – это седиментационные тела трансгрессивно-регрессивной направленности. Существует мнение, что нижнемеловые отложения представлены циклически сформированной толщей заполнения континентального склона относительно глубоководного бассейна с глубиной порядка 600-800 м и более (Рисунок 1.3).

До 20 региональных клиноформ берриас-готеривского возраста выделяются в разрезе неокома различными исследователями, время формирования колеблется от 0,4 до 1,3 млн лет. Согласно иерархической модели осадочной толщи П. Вэйла (Vail et al., 1991), они являются сиквенсами третьего порядка. В настоящее время сиквенс-стратиграфия выделяет и

использует три модели сиквенсов: Depositional Sequence II, Depositional Sequence III и Depositional Sequence IV (Catuneanu, 2006). Ключевое различие между нижнемеловыми секвенциями Западной Сибири и подавляющим большинством описанных и упомянутых в научных публикациях и литературе заключается в том, что ачимовские толщи являются частью системного тракта высокого стояния (HST) (Рисунок 1.4). Ачимовские толщи являются образованием конусов выноса и формировались во время проградации осадков одновременно с покровными мелководными пластами.

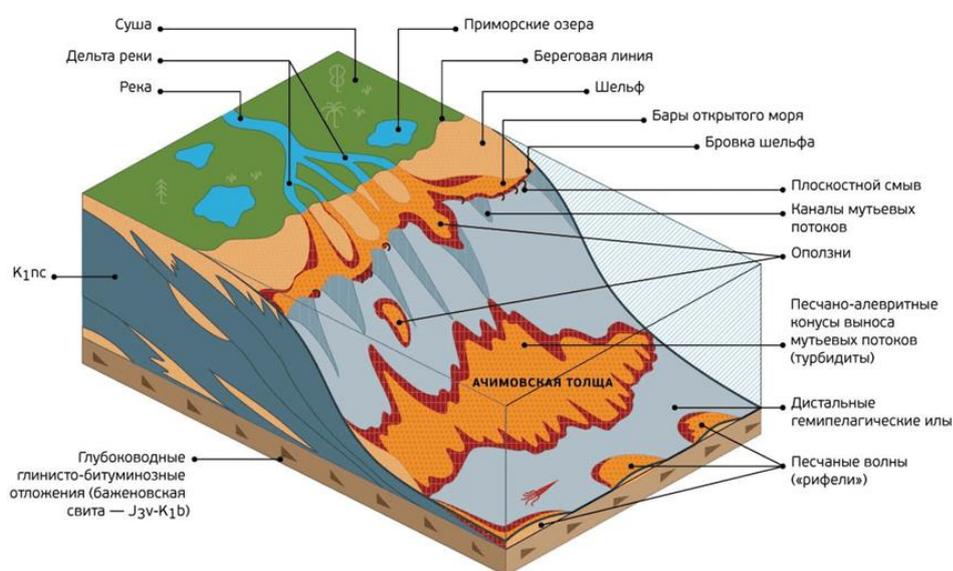


Рисунок 1.3 – Палеогеоморфологическая схема формирования ачимовских отложений Западной Сибири (Калинин В., 2012)

Тракты низкого стояния (LST) выделяются в небольшой части разреза клиноформ Западной Сибири. В самом начале подъема относительного уровня моря осадконакопление носило еще регрессивный характер, однако скорость проградации со временем падала, а аггационная компонента увеличивалась (Рисунок 1.5). Раньше такая часть разреза относилась к системным трактам шельфовых окраин (SMST — shelf-margin systems tract). В настоящее время SMST не выделяются, они переведены в ранг LST. Данная ситуация описывается моделью Depositional Sequence III.

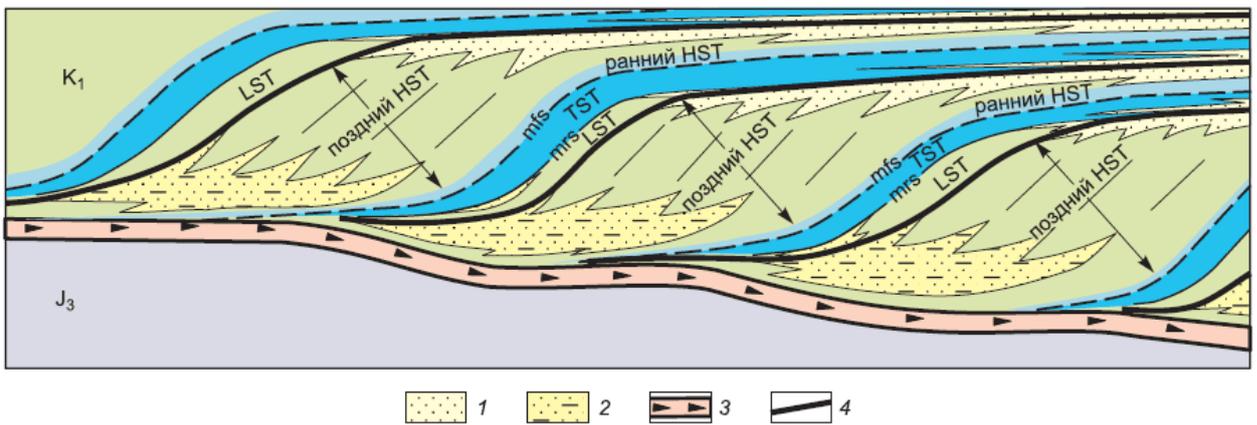


Рисунок 1.4 – Сиквенс-стратиграфическая модель строения неокома Западной Сибири (Ершов С.В., 2017)

1 – покровные мелководные песчаные пласты, 2 – песчано-алевритовые дистальные пласты, 3 – высокоуглеродистые аргиллиты баженовской свиты, 4 – границы нижнемеловых сиквенсов III порядка. *HST* – системный тракт высокого стояния (highstand systems tract), *TST* – трансгрессивный системный тракт (transgressive systems tract), *LST* – системный тракт низкого стояния (lowstand systems tract), *mfs* – поверхность максимального затопления (maximum flooding surface), *mrs* – поверхность максимума регрессии (maximum regressive surface)

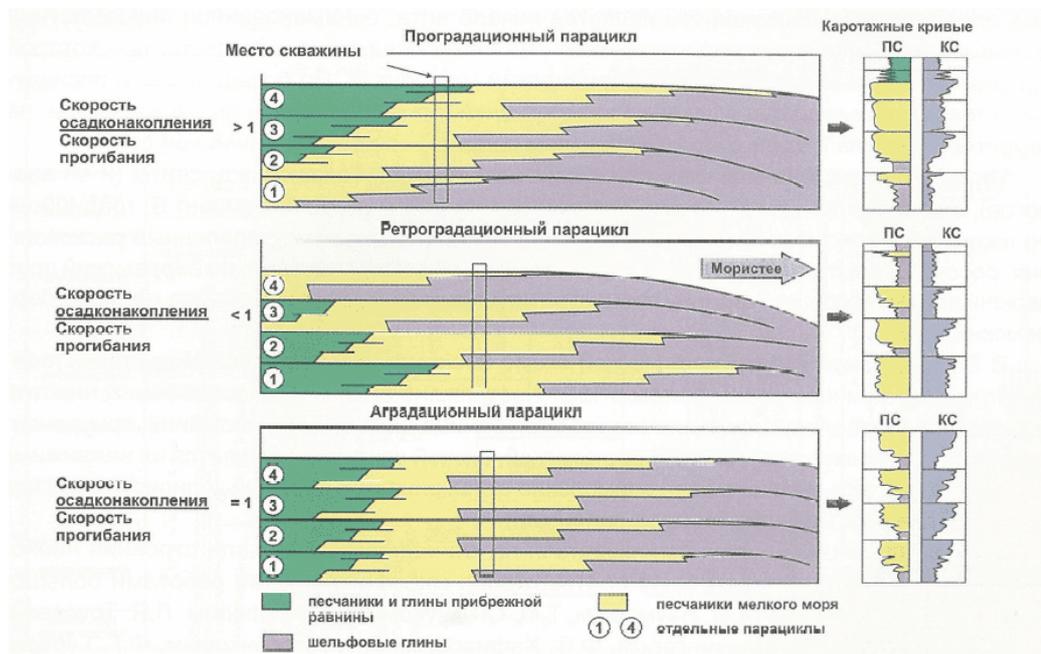


Рисунок 1.5 – Напластование парациклов при различных соотношениях скоростей прогибания бассейна и поступления в него осадков (Ван Ва Гонер и др., 1987)

К вопросу о глубоководности нижнемелового бассейна, В.А. Волков в своей статье поднимает вопрос о корректности применения терминологии «бровка шельфа», «лавинная седиментация», «(относительно) глубоководные фации» и т.п., введенные А.П. Лисицыным при описании клиноформного строения неокомских отложений. Данная терминология применима для описания и отличия условий седиментации шельфа (ундаформ), *континентального склона* (ортоформ) и подножия склона (фондоформ) (Рисунок 1.6) (Волков В.А., 2012, Лисицын А.П., 2009).

*Континентальный склон* является переходным рубежом между континентом (континентальной плитой) и океаном (океанической плитой). Автор статьи приводит в пример углы наклона и глубины подножия континентального склона современных океанов, которые достигают от 4° до 20° при глубинах 4-5 км, но неокомские отложения приурочены к другим условиям осадконакопления. Формирование нижнемеловых клиноформ происходило в мелководном бассейне примерно 100 м, достигая 250 м в пониженных рельефах Западно-Сибирской плиты.

При этом автор статьи утверждает, что углы наклона стратиграфических границ не превышают 1°, относительное постоянство толщин клиноформ свидетельствует об относительном постоянстве глубины бассейна, которая численно равна или немного превышает толщину, собственно, клиноформной и фондоформной частей каждой клиноформы. Согласно классификации А.П. Лисицына, автора термина «лавинная седиментация», к таким условиям относятся участки быстрого (10-100 см/1000 лет) и сверхбыстрого (> 1000) осадконакопления, поэтому скорость седиментации неокомских отложений, не превышающая 2-5 см за 1000 лет, не может классифицироваться как лавинная (Лисицын А.П., 2009). Процессы седиментации в неокомском бассейне Западной Сибири (по крайней мере, в Широтном Приобье) можно считать ускоренными, но не более того.

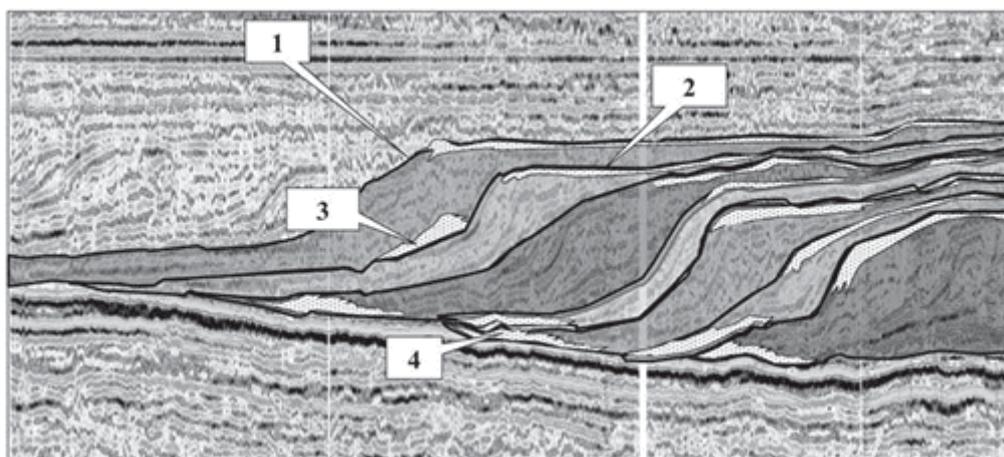


Рисунок 1.6 – Модель строения клиноформы и положения песчаных тел (Закревский К.Е., 2012):

1 – бровка «шельфа»; 2 – ундаформенные песчаники; 3 – клиноформенные песчаники склона; 4 – фондоформенные песчаники донных конусов выноса

Ф. Г. Гурари в своей монографии также не предполагает, что образование клиноформ приурочено к рубежу континент-океан. Западно-Сибирский бассейн в юрском и меловом периодах относился к шельфу, эпиконтинентальному краевому морю, существовавшему на территории молодой Западно-Сибирской платформы. Рубежа континент-океан внутри бассейна не было. Автор также не допускает большую латеральную миграцию границы континент-океана для формирования ачимовских отложений на подножие материкового склона (Гурари Ф.Г., 2003).

Однако, аналогично теории глубоководного генезиса, отклоняется и теория формирования клиноформ прибрежными дельтами, аргументируя, что авторы М.Ю. Эрвье, Н.Х. Кулахметов, В. В. Шелепов и многие другие не учитывают во внимание отдаленность описываемых площадей от древней береговой линии на сотни километров (Эрвье М.Ю., 1974, Кулахметов Н.Х. и др., 1985, Шелепов В.В., 2000). Под «шельфом» другие геологи считают дельтовую платформу. В ней они выделяют склон, фронт дельты, подводный конус выноса и прodelьту. Примером служит Приобское месторождение, территориально располагающееся около оси палеобассейна в большом

удалении от предполагаемой береговой линии на 900-1000 км. В монографии Ю.Н. Карогодина с авторами отмечено и показано наличие в керне неокомских отложений остатков аммонитов и бухий по субширотному профилю, что интерпретируется как условия морского генезиса с нормальной соленостью, что также исключает дельтовый комплекс (Карогодин Ю.Н., 2006).

Таким образом, резюмируя, можно предположить, что нижнемеловые отложения были образованы в результате проградации побережья мелководного моря ввиду перераспределения волновыми процессами терригенного материала, поставляемого мощными дельтовыми системами с Восточно-Сибирской плиты и Алтае-Саянской складчатой области.

Неоднозначность присутствует и в причинах образования, в 2000-х годах главенствующая роль отводилась эвстазии – общемировому колебанию уровня моря. Переслаивание проницаемых песчано-алевроитовых пластов с глинистыми отложениями связано с регрессией и трансгрессией моря соответственно. Открытый вопрос – что вызывает такое частое изменение уровня моря при учете, что Западно-Сибирский бассейн, согласно вышеизложенному, является краевым шельфовым морем, колебания его уровня должны быть синхронны с колебаниями уровней планетарных океанов. Согласно Ф.Г. Гулари, уровень океанов и гидродинамически связанных с ними морей в меловой период систематически поднимался без резких скачков (Гулари Ф.Г., 2003).

С. В. Алехина, А. Н. Шадрина и Ф.Г. Гулари выделили ключевую роль образования клиноформ климату (Алехина С.В., 1991, Шадрина А.Н., Страхов А.Н., 2000, Гулари Ф.Г., 2003). Катастрофические климатические процессы в виде тайфунов, штормов, муссонных ливней связаны со сменой климата с засушливого жаркого аридного на влажный гумидный с большим обилием осадков. Климатические флуктуации послужили причиной увеличения сноса с области питания и колебательному заполнению некомпенсированного бассейна терригенным материалом.

В гумидном, т.е. во влажном и теплом климате, близкому к субтропическому, огромные объемы терригенного материала накапливались на суше в течение нескольких десятков лет и затем под влиянием определенных геологических процессов (сейсмической активности около суши) транспортировались посредством русел рек сначала в дельты и авандельты, пересекая шельф, перемещались еще глубже, заполняя некомпенсированный бассейн. При дифференциации влекомого материала со временем и снижении скорости потока первые оседают наиболее крупнозернистые тяжелые частицы, следовательно, наилучшими фильтрационно-емкостными свойствами по этой причине обладают отложения ундаформы и фондоформы (Рисунок 1.7).

Согласно Ф.Г. Гурари (2003), роли эвстатики и эпейрогении играли не ключевые моменты при образовании клиноформного комплекса. Накопления осадков образуются из-за сейсмических ударов и последующих за ними тайфунных и сильных ливней. Огромный объем терригенного материала транспортируется за счет влияния временных вод, образуя такие катастрофические природные явления, как оползни, оплывины, обрушения берегов. Затем вся мобилизованная масса осадка с помощью уже постоянных вод в виде рек переносит материал в бассейн седиментации. Поступление терригенного материала не было постоянным, скорее характеризовалось пульсационным поступлением, наплывом материала, затем отсутствием активной седиментации и накоплением тонкозернистого материала в кровле клиноформы, что объясняет переслаивание проницаемых и непроницаемых пластов.

Изучение неокомских отложений Западной Сибири датируется с 60-х годов, а с представления нижнемеловых отложений как клиноформ, предложенное Наумовым А.Л. в 1977 г. прошло более 45 лет, но до сих пор нет явного согласия о причинах и условиях седиментации среди исследователей (Наумов А.Л., 1977). Многие геологи сходятся в косослоистой модели нижнего

мела, но даже здесь есть мнение об их горизонтальном залегании, а косонаклонные отражающие границы интерференции волн несогласиями, напряжениями, возникающими при формировании трещинно-разрывных зон, тектоническими нарушениями и т. д.

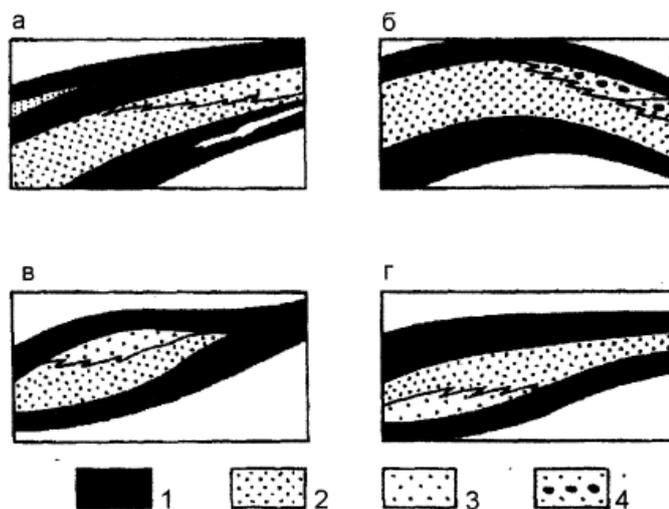


Рисунок 1.7 – Типы формационных объектов неокомского разреза  
(Павлова и др., 1993)

а, б – шельфовые, в – проксимальные, г – дистальные; 1 – глины, 2 – аргиллиты;  
3 – песчаники; 4 – нефтенасыщенные породы

Резюмируя все вышеизложенное, основные дискуссии проблем изученности нижнего мела заключаются в модели формирования клиноформ. Одни исследователи продвигают идею ключевой важности дельтовых процессов, другие морских, бассейновых. В добавок не утихают вопросы важности эвстатики, тектоники или климата при формировании неокомских отложений. Какие отложения называть подошвенными – песчаные или глинистые, а какие, соответственно, кровельными. Понимание процессов формирования нижнемеловых отложений является наиболее актуальным вопросом и для его корректного изучения необходимым становится определение архитектуры природных резервуаров неокомских отложений на территории Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

## 2 ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ

### 2.1 Общие сведения о месторождении

В административном отношении лицензионный участок X находится на территории Ханты-Мансийского автономного округа в южной части Нефтеюганского района. Рассматриваемая территория охватывает площадь, расположенную в северной части обширного Обско-Иртышского междуречья, в бассейне реки Большой Салым. Лицензионный участок X находится в зоне активной нефтедобычи, где разрабатываются значительные по запасам месторождения: Правдинское, Салымское, Приобское, Приразломное и другие, где достаточно широко развита система магистральных (Усть-Балык-Омск, Усть-Балык-Курган-Альметьевск и т.д.) и внутрипромысловых трубопроводов и линий энергоснабжения (от Сургутской ГРЭС) (Рисунок 2.1).

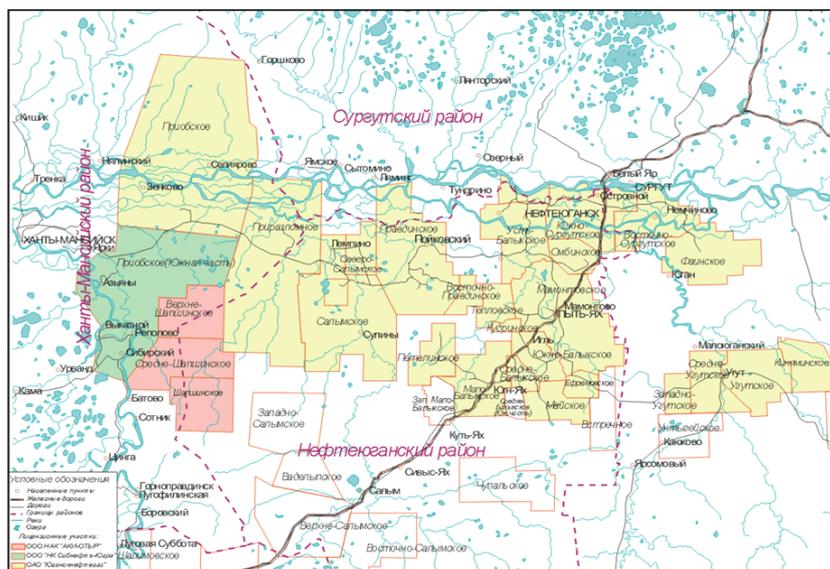


Рисунок 2.1 – Обзорная карта месторождений (Черепяхина А.В., 2020)

В физико-географическом отношении район работ расположен в северной части Юганской подпровинции Тобольской провинции лесной равнинной зональной области Западной Сибири. В геоморфологическом отношении лицензионный участок расположен в южной части Среднеобской

низменности, представляющей собой плоскую, относительно ровную озерно-аллювиальную равнину со слабовыраженными формами речной эрозии и аккумуляции, преимущественно с прямым гетерогенным типом морфоструктур. Эрозионное расчленение долинно-балочное, неглубокое.

## 2.2 Тектоническое строение

Западно-Сибирская плита, находящаяся территориально на Западно-Сибирской равнине, состоит из трех структурных этаже. В основании лежит складчатый палеозойско-допалеозойский фундамент сложенный глубоко метаморфизованными и сильно дислоцированными породами (мраморизованными известняками, гравелитами и гранит-порфиритами). Второй этаж менее дислоцированный и сложенный эффузивно-осадочными образованиями пермо-триасового комплекса перекрывается осадочным чехлом мезозойско-кайнозойского возраста. Западно-Сибирская плита по своей форме представляется как блюдце с наклоном на северные, северо-восточные области, поверхность фундамент от периферии плиты до его центральных и северных районов испытывает плавное прогибание.

Крупные структуры первого порядка в большей части осложнены локальными поднятиями, антиклинальными структурами с амплитудами от 10 до 100 м., являющиеся основными объектами поиска залежей нефти и газа. Ограниченное распространение и слабое проявление дизъюнктивных нарушений в осадочном чехле. Направленность структур первого порядка преимущественно имеет северо-западное и северное простирание.

Месторождение X находится в пределах Фроловской мегадепрессии. Границами мегадепрессии служат глубинные планетарные и региональные разломы, пересекающие земную кору; палеозойские и мезозойские отложения, частично уходящие в мантию.

Особенностью тектонического строения рассматриваемой территории являются сети разломов. Закартированы разноориентированные и разнопорядковые нарушения, среди которых выделяются структуры глубинного заложения, обычно имеющие долгоживущий характер. К таким дизъюнктивным структурам относятся две крупные зоны: северо-западного и северо-северо-восточного направлений, контролирующие контактивные части гранитного массива.

Учитывая наличие благоприятного тектонического фактора, оказывающего влияние на структурообразование, литологические особенности формирования разреза и др., были обнаружены залежи в пластах группы «Ю», «ачимовской толщи», «БС» и «АС».

Согласно тектонической карте центральной части Западно-Сибирской плиты, (под ред. В.И. Шпильмана, Н.И. Змановского, Л.Л. Подсосовой; 1998г.; (Рисунок 2.2) отчетный лицензионный участок в пределах Верхнесалымского мегавала.

На северо-востоке Фроловской мегавпадины выделяется крупный тектонический элемент – Верхнесалымский мегавал. Он отделяет ее от Юганской мегавпадины. Верхнесалымский мегавал объединяет одноименное куполовидное поднятие, Северо-Демьянский вал, Радонежско-Нижекеумский вал, группы мелких поднятий – Соровских, Восточно-Салымских. Поднятия, осложняющие мегавал, имеют простирание, преимущественно близкое к субширотному и северо-западному. Они имеют четко выраженное северо-западное простирание. Наиболее высокая часть мегавала расположена на Северо-Демьянском, Радонежском поднятиях.

Для рассматриваемой структурно-тектонической зоны, как и в целом для структур Западно-Сибирской плиты, характерна унаследованность развития с постепенным выглаживанием рельефа вверх по разрезу.



## 2.3 Стратиграфическое описание

### Мезозойская эратема (MZ)

*Юрская система (J)*. С угловатым несогласием на палеозойский фундамент залегают отложения юрской системы: нижний отдел представлен тюменской свитой ( $J_1^{2tm}$ ); средний – абалакской свитой ( $J_2^3ab$ ); верхний – баженовской свитой ( $J_3bz$ ).

Тюменская свита сложена терригенными породами светло-серого и серого глинисто-песчано-алевритового состава, в гранулометрическом составе преобладают полимиктовые песчаники, алевролиты и плотные алевритистые аргиллиты. В прикровельной части отслеживается «пахомовская пачка», представленная плохосортированными грязно-серыми песчаниками и алевролитами с обломками древесины. Мощность тюменской свиты в разрезе достигает от 40 до 450 м. Обстановка осадконакопления свиты преимущественно континентального происхождения – крупные реки, озера. Пахомовская пачка отражает переходную обстановку седиментации.

С согласием на тюменские отложения залегает абалакская свита, сложенная темно-серыми, серыми аргиллитоподобными глинами. Отмечается присутствие минерала глауконита, пиритовых стяжений, многочисленных конкреции. Мощность свиты варьируется от 17 до 32 метров. По остаткам белемнитов, аммонитов и пелеципод определяется морская седиментация.

Баженовская свита, сформированная темно-серыми битуминозными аргиллитами с содержанием органического вещества до 20%, является как региональным флюидоупором, так и основной нефтематеринской породой Западно-Сибирской провинции. Толщина свита изменяется в пределах 26-38 м. Генезис свиты связан с глубоководьем (до 500 м) при низких скоростях седиментации тонкоотмученных осадков.

*Меловая система (K)*. Меловые отложения представлены нижним и верхними отделами. В нижнем отделе выделяются ахская, черкашинская,

алымская, викуловская и ханты-мансийская свиты ( $K_1^2$ ), в верхнем отделе – уватская, кузнецовская, березовская и ганькинская свитами.

Генезис меловых отложений – преимущественно морской. Именно с меловыми отложениями связаны основные нефтегазоносные горизонты изучаемой территории.

Ахская свита ( $K_{1ah}$ ), мощность которой варьируется от нескольких десятков метров до нескольких сотен, состоит из нижней и верхней подсвит. Нижняя свита представляет собой три толщи:

- подачимовская толща (5-10 м) – темно-серые глины морской седиментации с тонкой горизонтальной слоистостью;
- ачимовская толща (до 150 м) сложена серыми песчаниками и алевролитами в виде пространственно разобщенных между собой линз;
- сармановская толща (до 30 м) представляет собой темно-серые глины.

Возраст толщ по биостратиграфическому методу на основе комплекса фораминиферов и аммонитов определен как поздний валанжин.

На рассматриваемой участке толщина нижней подсвиты варьируется от 55 до 386 м. Большая вариативность мощностей связана с прохождением по середине участка бровки шельфа клиноформного комплекса  $BC_{8-9}$ .

Верхняя свита ахской свиты аналогично сформирована несколькими пачками:

- нижняя пачка (до 160 м) представлена темно-серыми глинами с редкими прослойками песчаника и алевролита;
- средняя (пимская) пачка (до 51 м) сложена темноцветными пелитами;
- верхняя пачка аргиллитоподобных глин (до 60 м) выделяется повсеместно.

Генезис ахской свиты по многочисленным палеонтологическим остаткам уверенно интерпретируется как морской с выделением еще прибрежно-морской среды (дельтовой платформы).

На ахскую свита с согласиём залегает черкашинская свита ( $K_1cr$ ), в ней выделяют нижнюю и верхнюю подсвиты общей мощностью 230-305 м. Нижняя свита, состоящая из нескольких пачек, в доминировании представлена серыми песчаниками и алевролитами с глинами (нижняя пачка 70-290 м)  $AC_{9-12}$ , серыми, зеленовато-серыми линзовидными глина с алевролитом (50-100 м)  $AC_{7-8}$  и темно-серыми глинами (быстринская пачка 50-100 м). Верхняя подсвита толщиной до 170 м сложена серыми песчаниками и алевролитами (пласты  $AC_{4-6}$ ).

Генезис черкашинской свиты в районе месторождения X определен как мелководно морской.

Алымская свита ( $K_1al$ ), согласно залегающая на вышележащие отложения, имеет мощность около 116-128 м. Свита, сложенная аргиллитоподобными глинами, является региональным флюидоупором для неокомских нефтеносных толщ.

Викуловская свита ( $K_1vk$ ) в приподошвенной части сложена глинами, выше по разрезу, которые сменяются на песчаники и алевролиты (мощность от 218-236 м).

Ханты-мансийская свита ( $K_{1-2}hm$ ), сложенная переслаиванием песчаника и глин с обилием углистого детрита, имеет мощность около 290 м.

Уватская свита ( $K_2uv$ ) имеет толщины около 300 метров, сформирована неритмичным переслаиванием песчаника и алевролитами и приурочена к сеноманским отложениям.

Кузнецовская свита ( $K_2kz$ ) представлена переслаиванием глин, глауконитовых алевролитов и песчаников. Отмечается наличие остатков пиритизированных водорослей и углефицированных растительных остатков. Толщина свиты колеблется от 42 до 63 м.

Березовская свита ( $K_2br$ ) подразделяется на две подсвиты общей мощностью до 177 м. Нижняя подсвита сложена серыми монтмориллонитовыми глинами, прослоями опоковидными; верхняя подсвита

представлена серыми и темно-серыми кремнистыми песчанистыми глинами толщиной.

Ганькинская свита ( $K_2-P_1gn$ ) представлена серыми и зеленовато-серыми глинами и мергелями с зернами глауконита, и конкрециями сидерита. Ее толщина составляет 55-84 м.

## 2.4 Нефтегазоносность

Нефтеносный этаж всей Западно-Сибирской провинции преимущественно представлен в осадочном чехле одноименной плиты и захватывает отложения от среднеюрских до готерив-барремских. Нефтеносность в юрском комплексе сосредоточена в тюменской (пласты ЮС<sub>2</sub>, ЮС<sub>3</sub>) и баженовской (пласт ЮС<sub>0</sub>) свитах. Промышленные притоки нефти установлены в клиноформном неокомском комплексе (Рисунок 2.3). Основные продуктивные пласты заключены между пимской и быстринской пачками глин.

На месторождении X разрабатываются пласты АС<sub>9</sub>, АС<sub>10</sub>, АС<sub>11</sub><sup>1</sup>, АС<sub>11</sub><sup>2</sup> и БС<sub>8</sub>, а также на Государственном балансе по месторождению числятся разведанные запасы нефти по залежи пласта АЧ<sub>1</sub>, АЧ<sub>3</sub>, АЧ<sub>4</sub>, Ю<sub>0</sub> и Ю<sub>2-3</sub>.

Основными подсчетными объектами месторождения являются пласты АС<sub>9-11</sub> и БС<sub>8</sub>. В региональном плане они относятся к неокомскому нефтегазоносному комплексу и находятся в клиноформных резервуарах АС<sub>7-9</sub>, АС<sub>10-12</sub> и БС<sub>8-9</sub>, которые протягиваются полосами субмеридионального простирания.

Все залежи нефти являются литологическими или литолого-стратиграфическими и относятся к категории сложнопостроенных.

Из первой главы становится ясным, что условия формирования нижнемеловых отложений в Западной Сибири связаны с морским генезисом. Морской эпиконтинентальный бассейн, существовавший в нижнем мелу,

заполнялся терригенными осадками. Снос осадков происходил с востока и юго-востока. Многие исследователи отводят главенствующий фактор аллювиально-дельтовым палеодренажным системам.

Боковое заполнение палеобассейна осадками происходило циклично. В периоды трансгрессий накапливались глины, в периоды регрессий накапливались породы, преимущественно песчано-алевролитового характера. В результате таких трансгрессивно-регрессивных циклов сформировались разноранговые тела, называемые часто клиноформами.

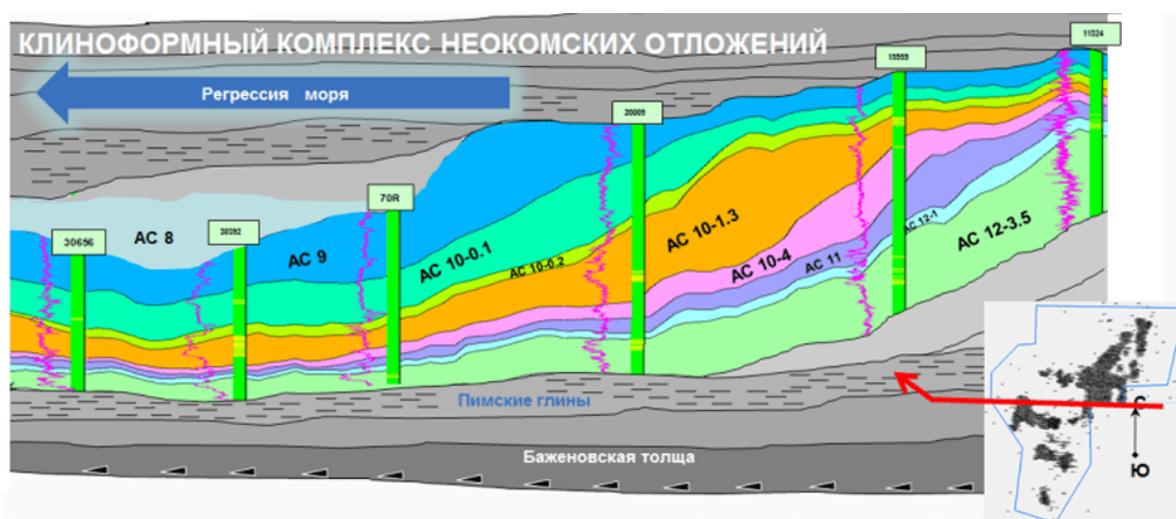


Рисунок 2.3 – Клиноформный комплекс неокомских отложений (Черепяхина А.В., 2020)

На территории изучаемого участка примыкает к баженовской свите ачимовская часть клиноформного резервуара БС<sub>10</sub>. Проницаемые интервалы в пласте не выделены. Выше залегает клиноформный резервуар БС<sub>8-9</sub>. На площади исследования выделены две субрегиональные ачимовские толщи Ач(БС<sub>8</sub>) и Ач(БС<sub>9</sub>).

Клиноформный резервуар БС<sub>8-9</sub> включает в себя песчано-алевролитовые пласты БС<sub>8</sub> и БС<sub>9</sub> и их ачимовские аналоги. Подошвой резервуара служит чеускинская глинистая пачка, покрывшей - сармановская пачка глин (Рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Принципиальная схема строения нефтегазаносного резервуара  $BC_{8-9}$  Чеускинский субрегиональный клиноциклит (Белоусов С.Л. и др., 2007)

Характерной особенностью резервуара является то, что нефтеносность сосредоточена в ачимовских пластах и в тех ловушках шельфовых пластов, которые приближены к кромке шельфа. На месторождении X подсчетными объектами являются ачимовские аналоги пластов  $BC_8 - BC_9$  и шельфовый пласт  $BC_8$ , расположенный у бровки шельфа. Покрышкой пласта служит сармановская пачка тонкоотмученных глин толщиной 10-15 метров.

### **3 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ СЕДИМЕНТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕОКОМСКОГО КЛИНОФОРМНОГО КОМПЛЕКСА**

Моделирование с помощью компьютерной седиментационной лаборатории в процессе интерпретации геолого-геофизических и керновых данных помогает проанализировать и понять возможные сценарии при подсчете запасов и присущие неопределенности при межскважинной корреляции, построении сейсмофациальных моделей, и спрогнозировать возможное и вероятное распределение фаций вне областей наличия скважинных данных. Подход имеет наибольшую востребованность на этапе поиска и разведки малоизученных потенциальных территорий добычи углеводородов. Основой седиментационного лабораторного моделирования на программном обеспечении «Petrel» служат точные представления об условиях седиментации. С вариацией некоторых параметров ввиду первичной неопределенности, рассмотренных в главе 4 данной работы, можно построить несколько моделей, удовлетворяющих определенным геологическим гипотезам, иметь представление о геометрии и внутренней архитектуре изучаемого резервуара.

Неокомский резервуар в разрезе центральной части Западной Сибири состоит из 14-20 линзовидных тел, перекрываемых глинистыми отложениями (Рисунок 3.1). Согласно А.А. Нежданову, формирование клиноформного комплекса продолжалось 20-22 млн лет (Нежданов А.А. и др., 2000)

Одной из наиболее перспективных задач является поиск неантиклинальных ловушек, связанных с ачимовскими песчаниками клиноформного комплекса неокома. Притоки нефти из них менее дебитные, чем из вышележащих отложений неокома, но, тем не менее, на многих площадях они являются промышленными. Можно прогнозировать открытие

новых крупных залежей в ачимовской толще на месторождениях, где разрабатываются залежи в верхних пластах неокома.

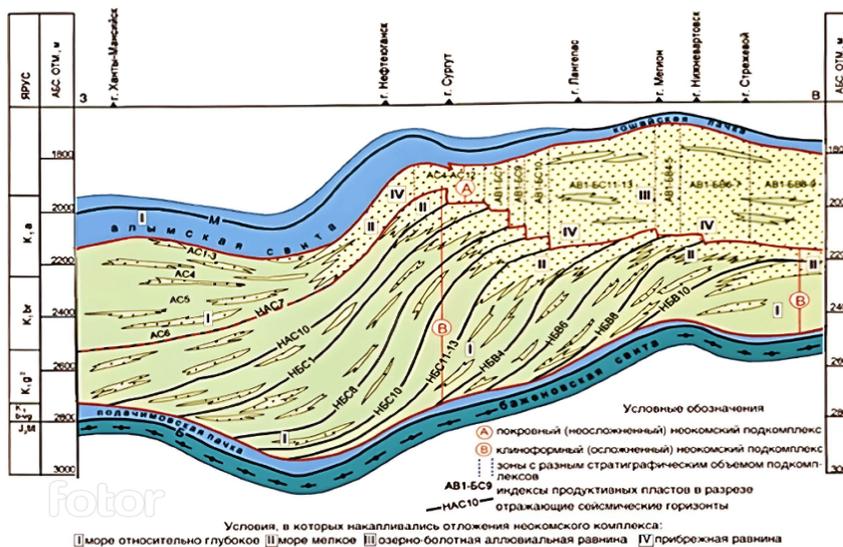


Рисунок 3.1 – Схематический геологический разрез неокомского нефтегазоносного комплекса (Атлас, 2007)

В связи с этим, несмотря на огромные объемы бурения, многочисленные исследования и публикации, клиноформная часть неокомских отложений на территории Фроловской мегавпадины на сегодняшний день все также остается актуальной локализация наиболее перспективных зон с улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами для первичного ввода в разработку. Ввиду наличия достаточного количества материалов для корректного построения только ачимовского комплекса, дальнейшее моделирование будет основываться на данном примере.

### 3.1 Концептуальная модель формирования неокомских отложений

Клиноформы западного падения (изучаемые объекты в работе) являются линзовидными терригенными телами северо-северо-восточного простирания. Размер осадочных тел в ширину варьируется в пределах 100-120 км (БВ<sub>6-7</sub>, БВ<sub>9</sub>)

до 250 км (АС<sub>10-12</sub>), протяженность тел составляет до 600-800 км, а толщина клиноформ достигает 300-400 м (Ольнева Т.В., Жуковская Е.А., 2022). Классически при описании строения клиноформного комплекса используются три элемента: «шельфовый» комплекс (ундаформы), склоновые образования (клиноформы, ортоформы) и донные тела (фондоформы). К последнему традиционно относят алевроито-песчаные отложения ачимовской толщи.

Концептуальную модель конусов выноса нижнемелового возраста можно охарактеризовать двумя этапами. Первый этап представляет собой заполнение подножия и частично склонового участка осадками турбидитного потока, затем на втором этапе происходит заполнение пониженных частей рельефа осадками конусов выноса. Таким образом, анализ палеорельефа играет важную роль для прогноза и моделирования локальных конусов выноса по перифериям конусов предшествующего цикла. Последующее повышение уровня моря «запечатывает» образовавшиеся песчаные тела глинами. По вышеизложенной схеме можно описать образование комплекса АС<sub>10</sub> и вышележающей быстринской глинистой пачки. Разрез клиноформ начинается с отложений глин, продолжается и завершается на фоне понижения уровня моря алевроито-песчаной седиментацией.

Далее в данном разделе будут подробнее рассматриваться процессы образования ачимовских отложений, вследствие их перспективности и актуальности разработки на сегодняшний день и наличия более полного комплекса керновых и геофизических данных.

Нижнемеловые турбидитные тела ачимовской толщи Западно-Сибирского бассейна имеют схожий механизм образования с классическими глубоководными конусами выноса. Однако, ключевым элементом отличия является батиметрия морского бассейна. Во времена существования эпиконтинентального бассейна его глубина варьировалась от 300 до 600 м. По сравнению с традиционными системами «континент-океан» в относительно мелководной равнине имелись перегибы рельефа, послужившие условной

«бровкой» шельфа. Углы наклона на данных перегибах могли достигать 2-2,5° при региональном уклоне с востока на запад к центральной части порядка 0,5°. Большая доля осадочного материала в бассейн поступала с востока. Для ачимовских отложений источником сноса служил «шельф» бассейна, представляющий из себя аккумулятивную террасу, состоящую из песчаных тел, погружающихся к центру (Наумов А.Л., Хазифов Ф.З., 1986).

Основные элементы системы конусов выноса: питающие каналы, распределительные каналы и фронтальные лопасти. Наиболее акустически контрастны по отношению к вмещающим породам - питающие каналы, в большей степени только они опознаются на сейсмических данных (Рисунок 3.2). Распределительные каналы расположены среди опесчаненных проксимальных и медиальных частях конуса, поэтому они менее акустически контрастны.

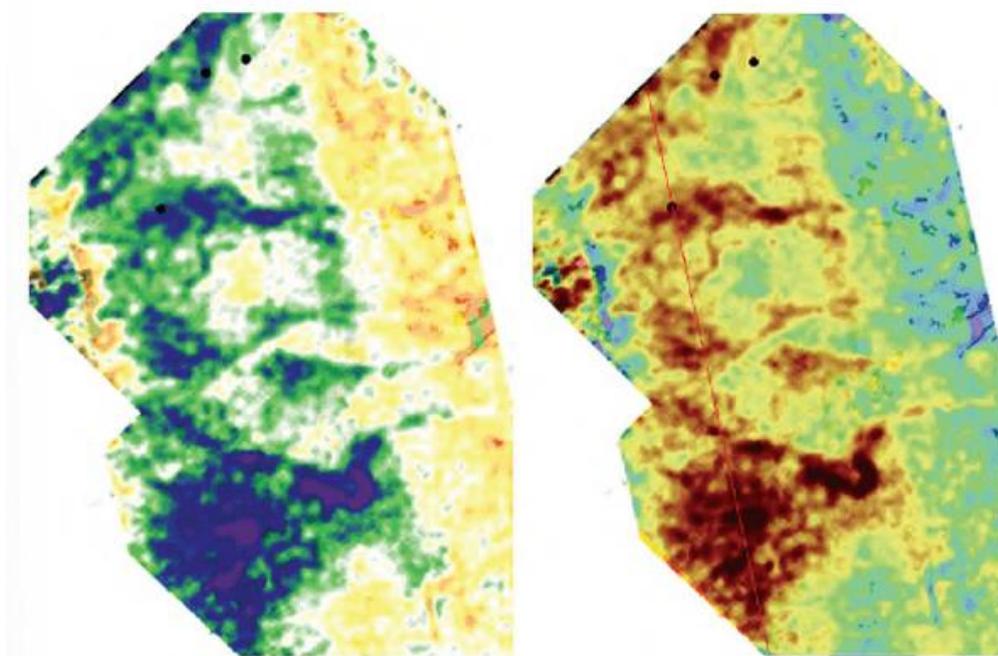


Рисунок 3.2 – Визуализация конусов выноса на погоризонтальном слайсе по кубу когерентности (слева) и по кубу амплитуд (справа)  
(Ольнева Т.В., Жуковская Е.А., 2022)

Характерный для турбидитовых отложений цикл А. Боума (Boima A.H., 1962) в ачимовской толще представлен неполно. Присутствуют наиболее часто только элементы А, В, С (Рисунок 3.3) редко D и т.д.

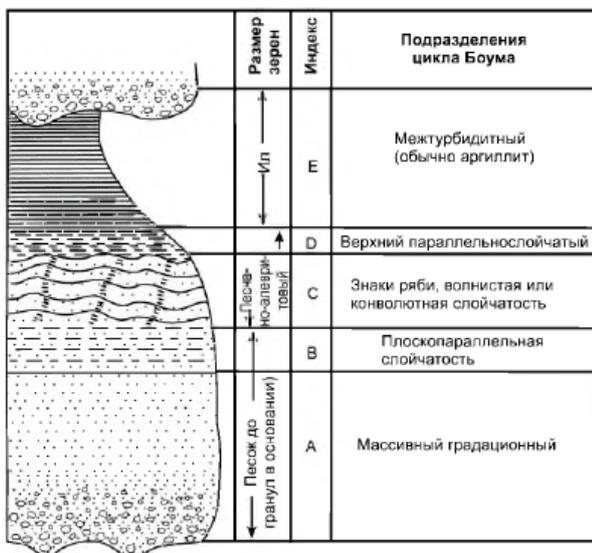


Рисунок 3.3 – Типовой циклит А. Боума (1962)

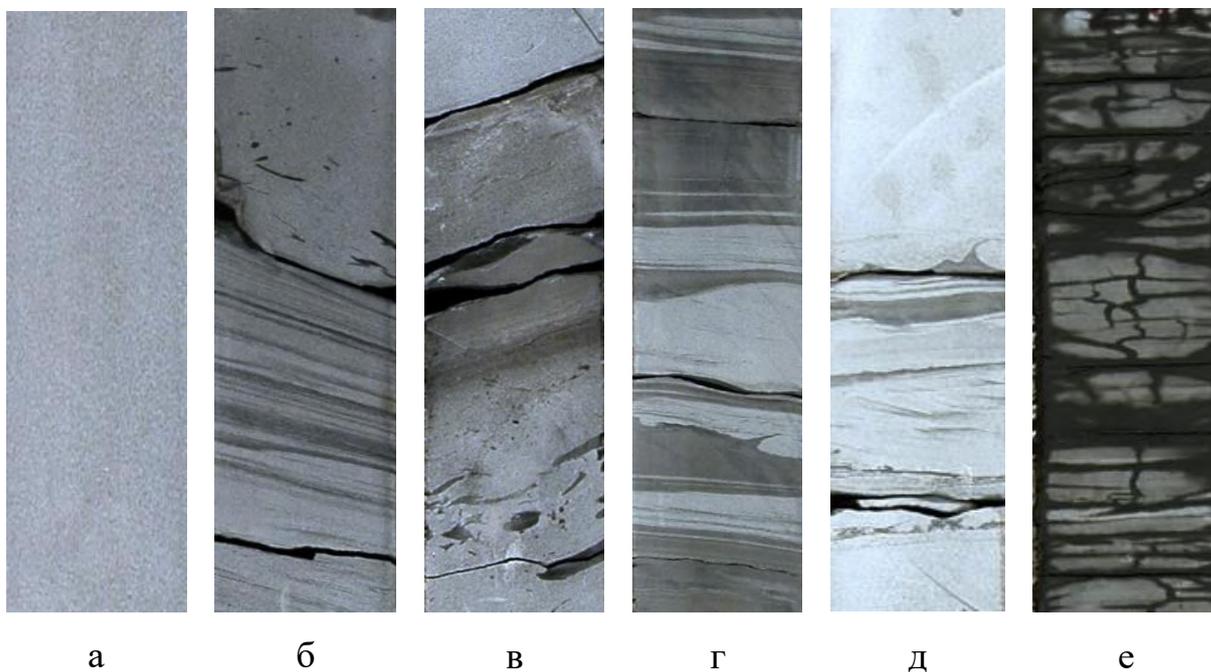


Рисунок 3.4 – Фотоснимки керна различных фаций ачимовской толщи (Составила Никонова К.С., 2023):  
 а,б,в – распределительного канала; г – дистальной части лопасти; д – проксимальной части лопасти; е – глубоководного склона

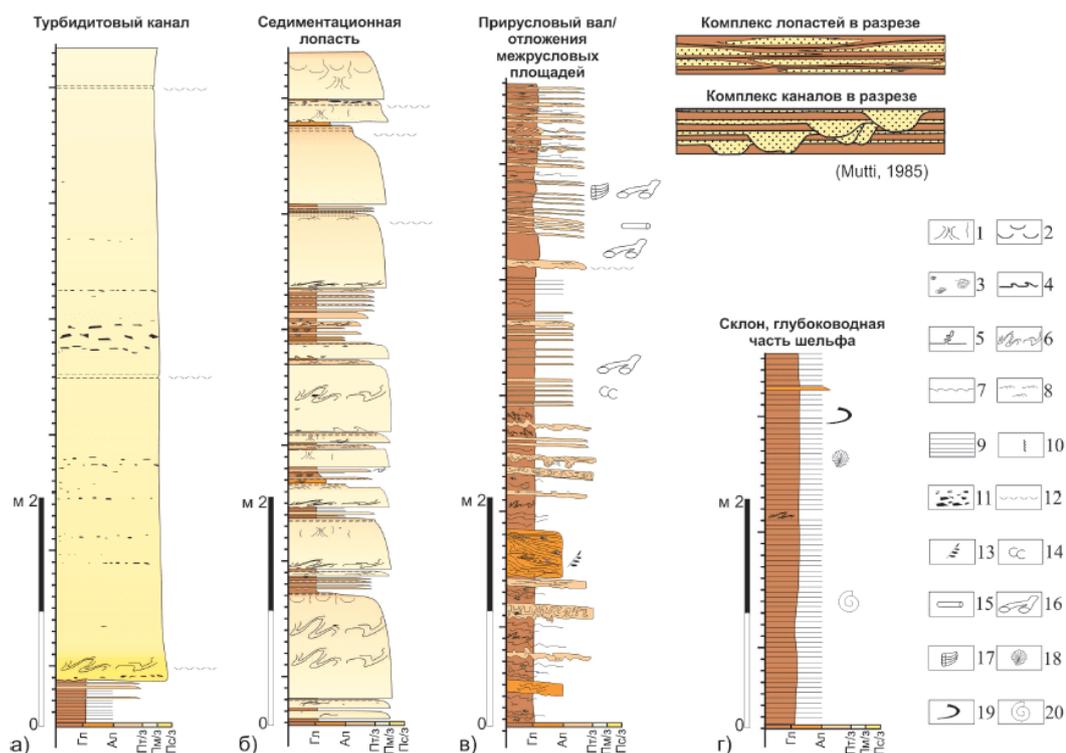


Рисунок 3.5 – Типовые седиментологические разрезы ачимовской толщи (Храмцова А.В. и др., 2020)

*Текстуры:* 1 – трубки обезвоживания; 2 – блюдцеобразная; 3 – песчаные роллы; 4 – пламенная; 5 – инъекционная; 6 – конволютная; 7 – внедрения/нагрузки; 8 – восходящая рябь течений; 9 – горизонтальная; 10 – биотурбационная. *Включения:* 11 – глинистые интракласты; 12 – тонкие слойки углистого детрита; 13 – рассеянный углистый детрит; *Ихновицы:* 14 – Palaeophycus; 15 – Planolites; 16 – Thalassinoides; 17 Teichichnus. *Фауна:* 18 – отпечатки чешуи рыб; 19 – онихиты; 20 – аммониты. *На гранулометрической линейке:*

Гл – глины аргиллитоподобные, алевролиты глинистые; Ал – алевролиты крупнозернистые; песчаники: Пт/з – тонкозернистые; Пм/з мелкозернистые; Пс/з – среднезернистые.

На Рисунке 3.4 представлены типичные для глубоководного конуса выноса фации. Как можно заметить, основное различие заключается в текстурах и в вещественно-структурном характере.

Песчаники глубоководного распределительного канала представлены светло-серыми мелкозернистыми реже средне-мелкозернистыми разностями, преимущественно массивными реже полого-горизонтально-слоистыми. Могут присутствовать интракласты глин и глинистых алевролитов.

Глинистые алевролиты дистальной части фронтальной лопасти темно-серые крупнозернистые горизонтальные, пологоволнистые с фрагментами косоволнистой слоистости.

Песчаники проксимальной части фронтальной лопасти светло-серые мелкозернистые массивные, реже косослоистые с редкими прослоями алевролитов темно-серых глинистых. Могут присутствовать интракласты глинистых алевролитов, текстуры просадки и удаления воды.

Глинисто-алевритовые осадки глубоководного склона темно-серого цвета, массивные и тонкослоистые с прослоями алевролита.

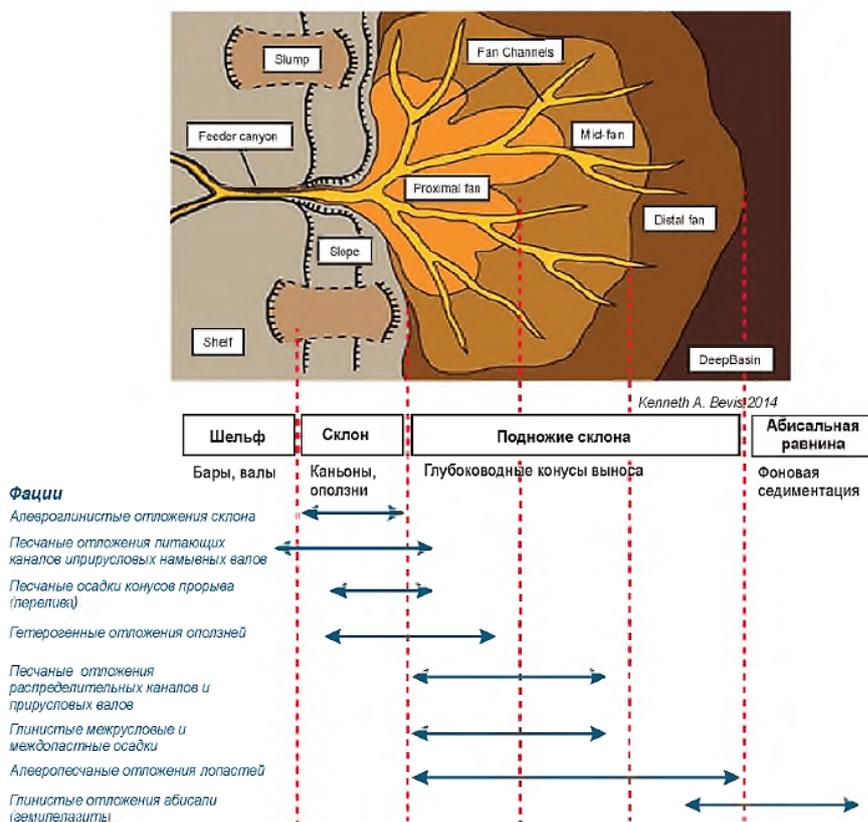


Рисунок 3.6 – Схема конуса выноса (Ольнева Т.В., Жуковская Е.А., 2022)

Для ачимовских отложений характерными текстурами являются массивная, градационная слоистость, текстуры деформаций (внедрения, конволютная, пламенная), тонкая горизонтальная слоистость и редко биотурбационные текстуры. Состав породы также важно учитывать при

моделировании. Песчаные породы турбидитного комплекса преимущественно мелко- и тонкозернистые. По составу обломочной части – это полимиктовые от граувакков до аркоз.

Итого, после седиментологического анализа керна, выявлено, что ачимовские толщи неокомского резервуара сформировались гравитационными потоками, ниже базиса штормовых волн, в относительно глубоководной части бассейна. К наиболее интересующим объектам разработки относят подводные песчаные лопасти и распределительные каналы, ввиду их сложения песчаными фракциями.

### **3.2 «Условный палеорельеф» неокомского бассейна**

Реконструкция палеоповерхности является одним из ключевых моментов моделирования. Денудационные процессы в большей своей степени зависят от рельефа области питания (мобилизации вещества) и аккомодационного пространства на начало формирования комплекса. Крутизна склона и высота над уровнем моря напрямую влияют на интенсивность эрозии, а форма аккомодационного пространства на размер и конфигурацию седиментационных тел.

Формирование неокомского осадочного комплекса происходило в эпиконтинентальном морском бассейне с глубиной не более 400-600 м и крутизной наклона не более 2,5° (Волков В.А., 2014). Снос осадочного материала осуществлялся с востока и юго-востока.

На территории лицензионного участка X выделяют три циклита: БС<sub>7</sub>, БС<sub>8-9</sub> и БС<sub>10</sub>, разделенные сармановской и чеускинской глинистыми пачками (Рисунок 3.7).

Продуктивные пласты БС<sub>8-9</sub> в волновом поле ограничены сверху региональным отражающим горизонтом НБС<sub>8</sub>, снизу региональным горизонтом Н<sub>чеус</sub> – чеускинской глинистой пачкой циклита БС<sub>10</sub> (Рисунок 3.8, 3.9).

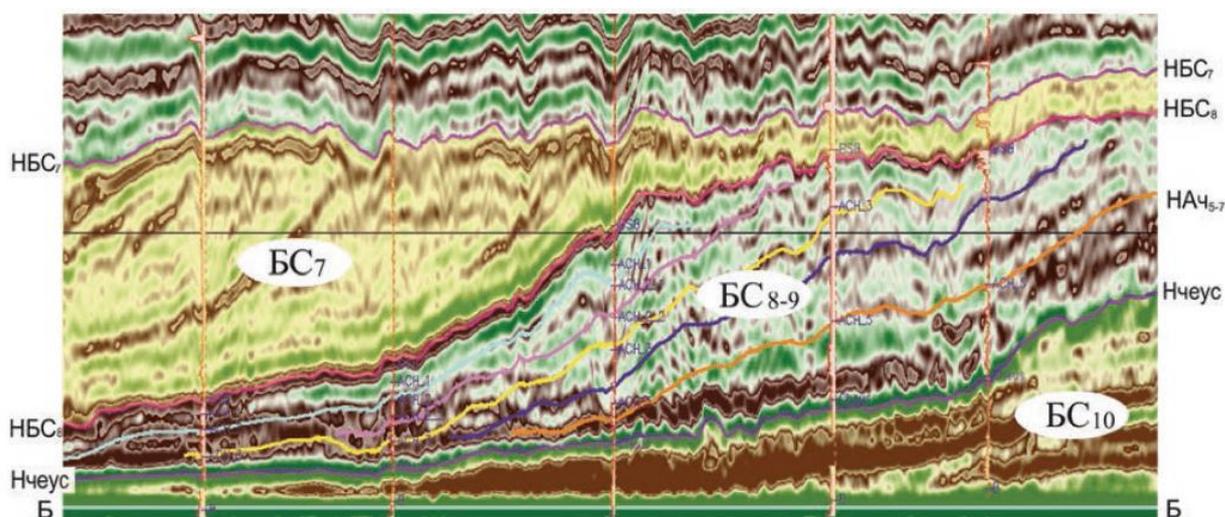


Рисунок 3.7 – Сейсмическое сечение куба амплитуд (Корочкина Н.С., 2017)

Для воссоздания палеобатиметрии морского бассейна на момент седиментации неокомского комплекса был использован метод, который позволяет оценить «условный палеорельеф» некомпенсированного бассейна, исходя из высоты клиноформ, наблюдаемых на сейсмических профилях (Laursen et al., 1997; Niuse, 2002). Высота клиноформы в данном случае принимается как вертикальное расстояние между подстилающим клиноформу отложениями и её бровкой. Для случая клиноформ Западной Сибири в рассматриваемом участке это разница между глубинами отражающего горизонта Н<sub>чеус</sub> и НБС<sub>8</sub>. Методика была опробована на неогеновых клиноформах Северного моря, дальнейший совместный сейсмологический и биофациальный анализ подтвердил, что высота клиноформ позволяет адекватно отразить палеоглубины бассейна накопления.

Для уточнения палеобатиметрии некомпенсированного бассейна необходим дальнейший анализ на основе литолого-фациальных, геохимических и биофациальных данных. После комплексирования всей перечисленной информации можно достаточно точно «донастроить» глубины палеобассейна. Ввиду отсутствия перечисленной информации, были использованы данные существующих палеогеографических схем и знания

территориальной принадлежности моделируемой площади, таким образом, глубины условной палеоповерхности варьируются от -75 до -345 м.

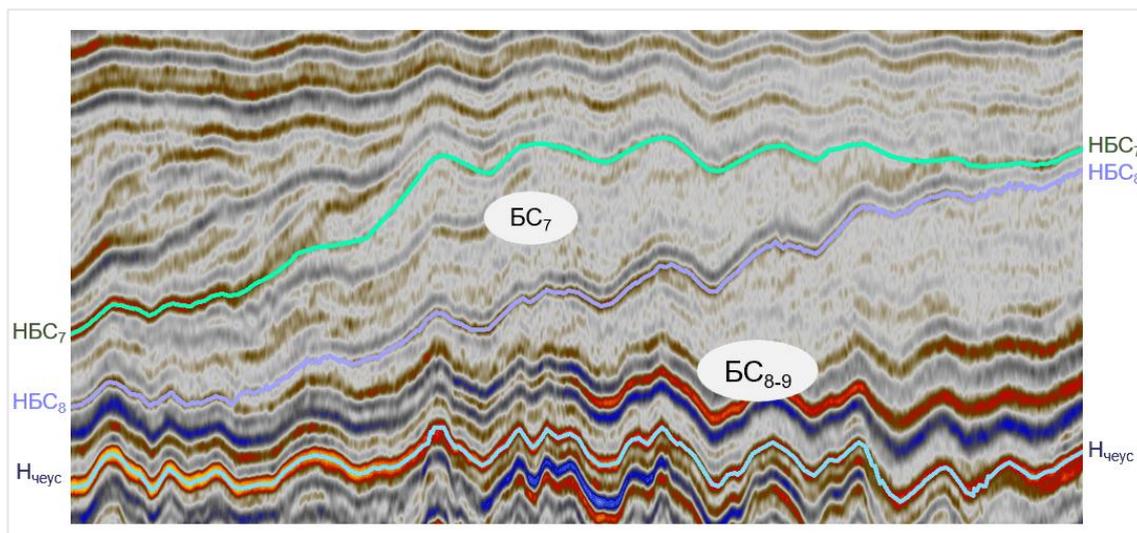


Рисунок 3.8 – Сейсмическое сечение куба амплитуд  
(Составила: Никонова К.С.,2023)

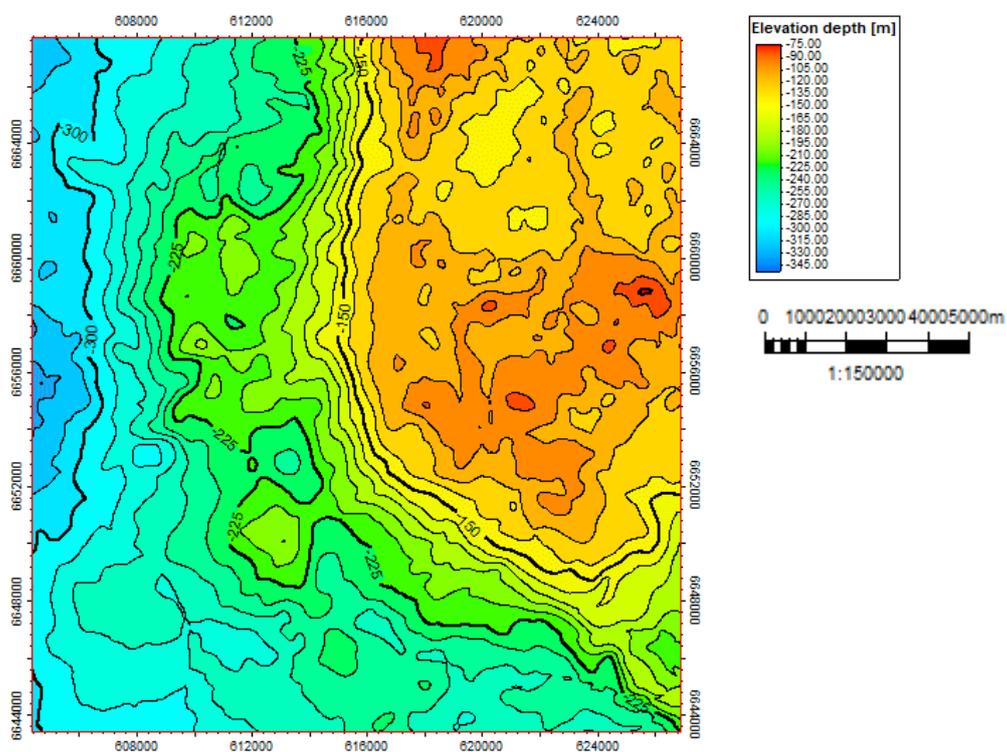


Рисунок 3.9 – Структурная карта «условного палеорельефа» неокомского бассейна на момент формирования  $БС_8$   
(Составила: Никонова К.С.,2023)

### 3.3 Мобилизация вещества. Определение источников сноса

Следующим важным элементом моделирования является определение источников сноса. Как уже было выяснено ранее, основными источниками сноса в нижнем мелу для Западно-Сибирского бассейна являются Алтае-Саянская складчатая область и Восточно-Сибирская платформа. Осадочный неокомский комплекс сформировался путем наступления материала из нескольких источников.

Для моделирования источников сноса в модуле «Geological process modeling (GPM)» определяются точки старта переноса вещества в моделируемом пространстве. Для определения их расположения при моделировании были использованы керновые и сейсмические данные.

После создания палеорельефа для определения источников сноса необходимо его проанализировать на предмет наличия по «бровке шельфа» характерных отрицательных форм рельефа. Данные структуры (борозды) послужат как подсказки донной эрозии при транспортировке осадочного материала. При наличии керна направление потока можно оценить по текстурным особенностям. Потоковые текстуры являются наиболее яркими факторами выбора путей переноса материала. Для моделирования конусов выноса необходимо обращать внимание на распределительные и питающие каналы.

Наиболее ярко выделить питающие каналы ввиду их акустической контрастности поможет анализ и интерпретация качественных сейсмических данных. Зная концепцию питания и мобилизации осадочного материала при образовании конусов выноса, выбор местоположения источников сноса будет происходить ближе к кромке склона.

На по горизонтальных слайсах сейсмического куба спектральной декомпозиции в интервале от  $NBS_8$  –  $N_{чeyc}$  (Рисунок 3.10) отображаются

питающие каналы, расположенные субперпендикулярно направлению по отношению к «бровке палеошельфа» пласта БС<sub>8</sub>.

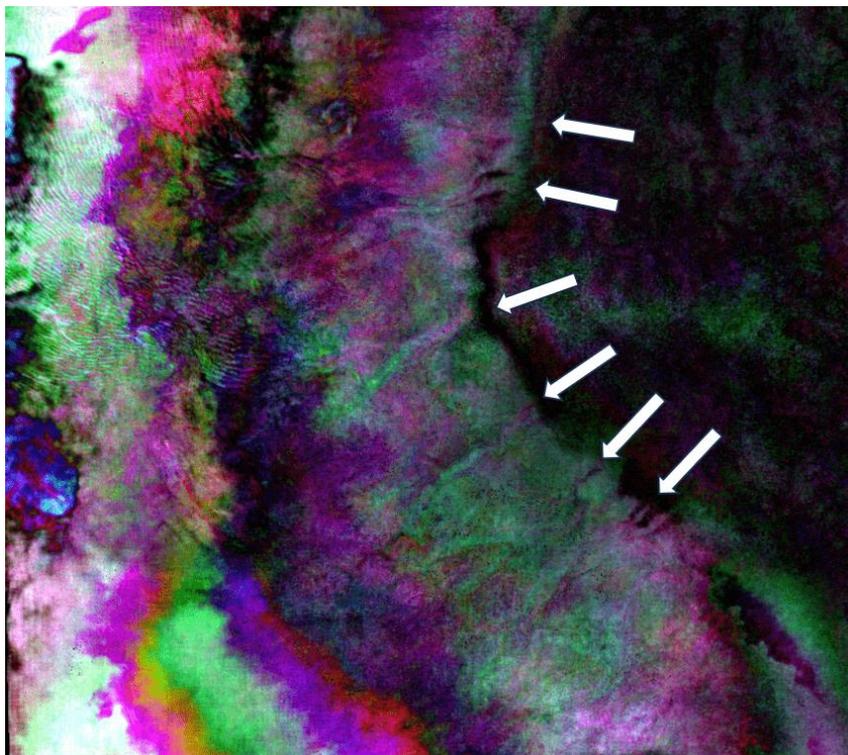


Рисунок 3.10 – По горизонтальный слайс куба спектральной декомпозиции (частоты 18, 30, 50 Гц) в интервале циклита БС<sub>8-9</sub>

Интерпретация сейсмических данных позволила выделить источники сноса конусов выноса ачимовской толщи. Точки старта переноса материала в модели будут задаваться в точечном варианте в соответствии с расположением в склоновой части палеоканалов, интерпретируемых на сейсмических слайсах и конфигурацией реконструированного палеорельефа.

### **3.4 Вариации уровня неокомского бассейна во время валанжинготерива**

Процесс осадконакопления напрямую зависит от уровня моря. В классическом понимании активное развитие прибрежно-морских и мелководно-морских осадков на шельфах и в бассейнах связано с высоким

стоянием уровня Мирового океана. При низком уровне происходит проградация (интенсивное продвижение суши в глубь бассейна), характеризующаяся большими объемами привноса осадочного материала дельтами и выдвиганием их лопастей в более глубоководные зоны. Процессы эрозии и денудации развиваются активнее всего при глобально низких уровнях Мирового океана.

Вариации уровня Мирового океана связаны с геотектоническими, гляциальными и прочими субрегиональными процессами. Однако стоит отметить, что под трансгрессией и регрессией понимаются многовековые колебания уровня океана, значимые эвстатические колебания согласно Б. Бижу-Дюваль протекает со скоростью несколько сантиметров за тысячу лет (Бижу-Дюваль Б., 2012).

Для моделирования конусов выноса необходимо понимать с какими процессами связано их образование (Рисунок 3.11). Традиционно считается, что на этапе FSST (falling-stage system tract) начинается образование конусов выноса в глубокой части бассейна, вследствие активизации аллювиальных систем. Далее при тракте низкого стояния уровня моря (LST) из-за увеличения привносимого обломочного материала развиваются контрастные клиноформы. Затем при трансгрессивном системном тракте (TST) идет накопление глинистых тел, играющих роль флюидоупоров и разделителей конусов выноса предшествующего цикла от последующего. В рамках неокомской Западно-Сибирской толщи последними являются: чеускинская, сармановская, правдинская, пимская, быстринская и другие пачки. Песчаные пласты группы АС и ВС клиноформенной толщи относят к LST.

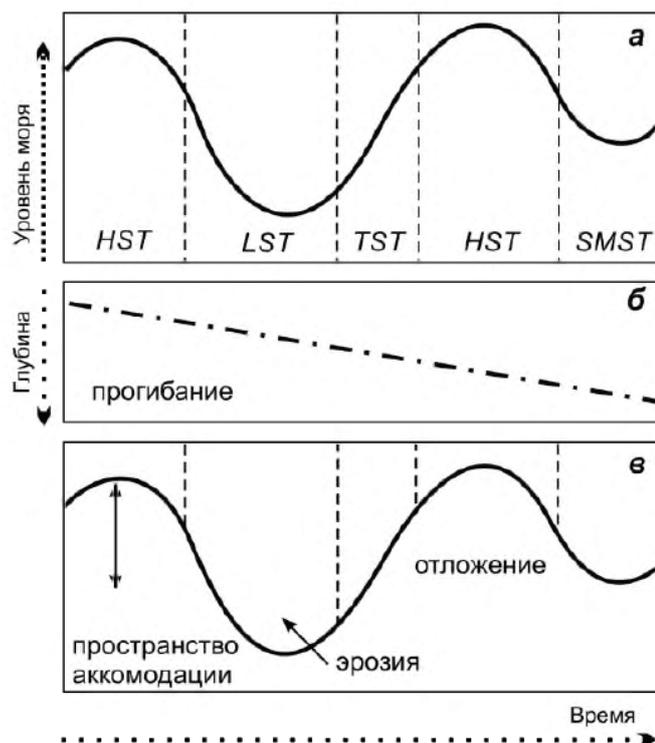


Рисунок 3.11 – Роль тектоники и эвстатики при накоплении осадочного материала (Сынгаевский П.Е. и др., 2015)

Эвстатические колебания Западно-Сибирского бассейна в своей работе В.А. Захаров и др. (Захаров В.А. и др., 1998) построил трансгрессивно-регрессивную Т-Р кривую для раннемелового времени (Рисунок 3.12). Данная кривая позволила вычлениить наиболее значимые эвстатические события в Западно-Сибирском морском бассейне во время юрского и мелового возраста.

Для количественной оценки продолжительности и амплитуд колебаний уровня моря Т.В. Ольнева и Е.А. Жуковская (Ольнева Т.В., Жуковская Е.А., 2022) привязали кривую Т-Р к длительности формирования стратиграфических ярусов. Например, регрессия, при которой накапливался пласт БС<sub>8-9</sub>, протекал во времена верхнего валанжина, продолжительность которого около 3,2 млн лет, основываясь на схемах (Рисунок 3.13), предполагается, что длительность регрессии составляла около 930 тыс. лет (3,17·0,29). По аналогичной схеме определения длительность регрессии при образовании пластов Б<sub>6-7</sub> и Б<sub>1-5</sub> составила около 180 тыс. лет.

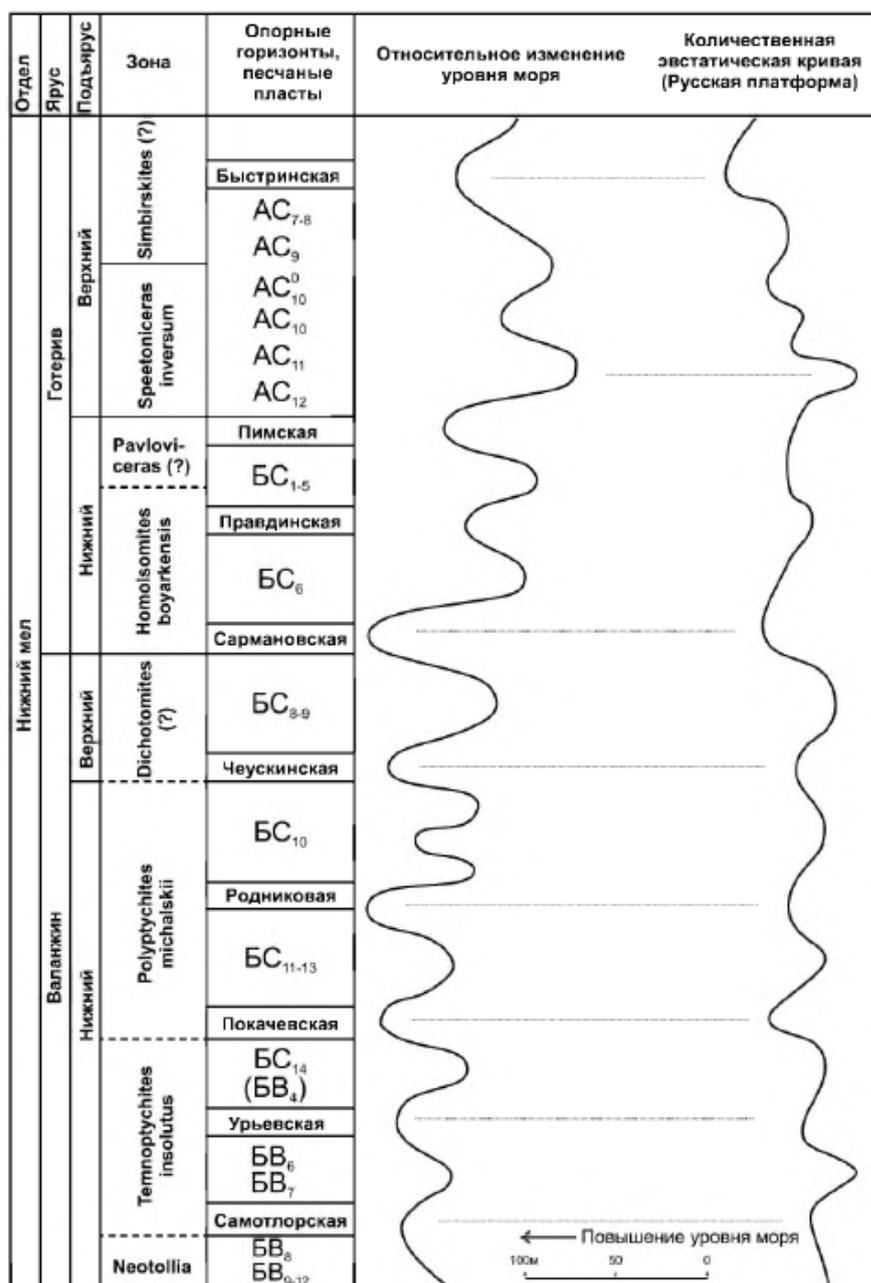


Рисунок 3.12 – Трансгрессивно-регрессивная кривая Западно-Сибирского осадочного бассейна на раннемеловом этапе (Захаров В.А. и др., 1998)

В данной главе подготовки исходных данных была рассмотрена основная исходная информация, необходимая для седиментационного моделирования в модуле GPM программного обеспечения «Petrel». В следующей главе рассмотрены этапы моделирования с учетом временного фактора.

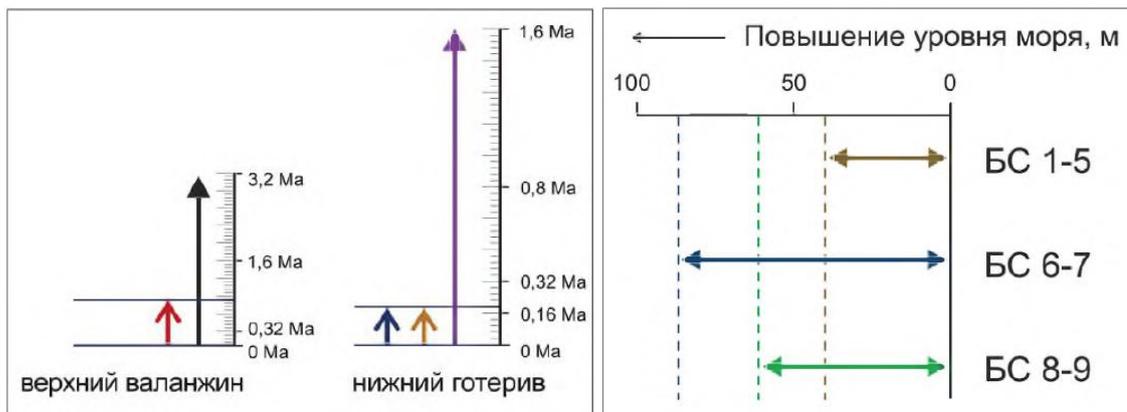
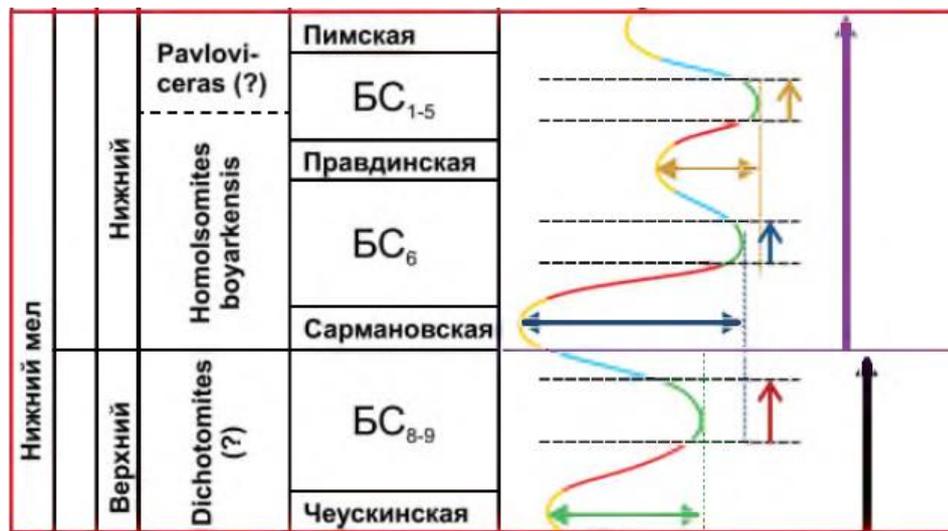


Рисунок 3.13 – Расчет продолжительности и амплитуд колебаний относительного уровня по моря по трансгрессивно-регрессивной кривой (Ольнева Т.В. и Жуковская Е.А., 2022)

## 4 СЕДИМЕНТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕОКОМСКОГО РЕЗЕРВУАРА

С помощью седиментационного моделирования появились возможности воссоздать множество сценариев концептуальной и фациально-ориентированной модели. В связи с изученностью неокомских отложений на предмет обстановки осадконакопления при создании трехмерной седиментационной модели решается обратная задача. Обратной задачей моделирования является на основе подтвержденных бурением геологических объектов рассмотреть влияние и неопределенности параметров компьютерного моделирования. Площадь модели составляет около 585 км<sup>2</sup>, что является довольно ограниченным пространством для реализации полноценного распределения объектов.

Моделирование было реализовано с помощью процессов нестационарного потока (unsteady flow) и диффузии (sediment diffusion). Нестационарный поток моделирует периодичность событий осадконакопления, а процесс диффузии – перераспределение осадочного материала.

Для описания седиментационного состава конусов выноса были созданы три литотипа (lithotypes): мелкозернистый песок (sand fine), алеврит (silt) и глина (clay). В процессе создания, каждому литотипу были заданы определенные физические параметры: плотность (density), пористость (porosity), размерность зерна (diameter) и т.д. (Рисунок 4.1).

В параметрах важно уделить внимание коэффициенту мобильности (transportability). В процессе транспортировки осадков происходит их сортировка, и чем больше путь и меньше скорость перемещения, тем очевиднее становится механическая дифференциация по размерности зерна. В программе данный коэффициент не имеет размерности: чем выше значение

коэффициента мобильности, тем больший путь данное вещество может пройти при равных скоростях.

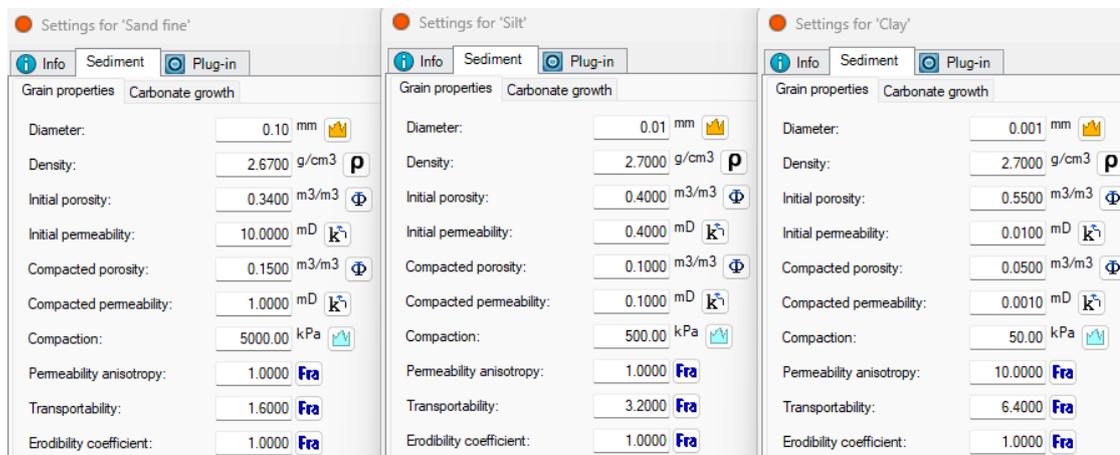


Рисунок 4.1 – Параметры литотипов (Petrel, 2018)

В данной работе самым низким значением мобильности обладает мелкозернистый песок, а самым большим – глина, т.е. глина будет транспортироваться и отлагаться в более глубоководных частях бассейна седиментации. Для удобства было принято, что каждый последующий литотип обладает в два раза большей мобильностью, чем предыдущий.

Процесс диффузии моделировался с помощью двух параметров: коэффициента диффузии и функции диффузии. В программном обеспечении «Petrel» есть возможность создать функцию по умолчанию (Рисунок 4.2). Кривая диффузии является функцией высоты относительно уровня моря на каждом временном шагу. Функция контролирует диффузию, зависящую от высоты или глубины. Данная кривая показывает зависимость между высотой уровня моря и безразмерным множителем, имитируя процесс активности эрозии в зоне, выше базиса штормовых волн, по сравнению с глубоководными частями бассейна со спокойной гидродинамической обстановкой. Немаловажную роль для моделирования процесса играет склон рельефа. В понимании моделирования диффузии рассматривается только физическая составляющая без учета влияния химической и биологической.

Предполагается, что мобильный осадок движется вниз по склону со скоростью, пропорциональной уклону, и что более мелкозернистые обломочные частицы перемещаются легче и дальше, чем крупные частицы. Поэтому со временем происходит эрозия склона из крутого в более плавный (Рисунок 4.3).

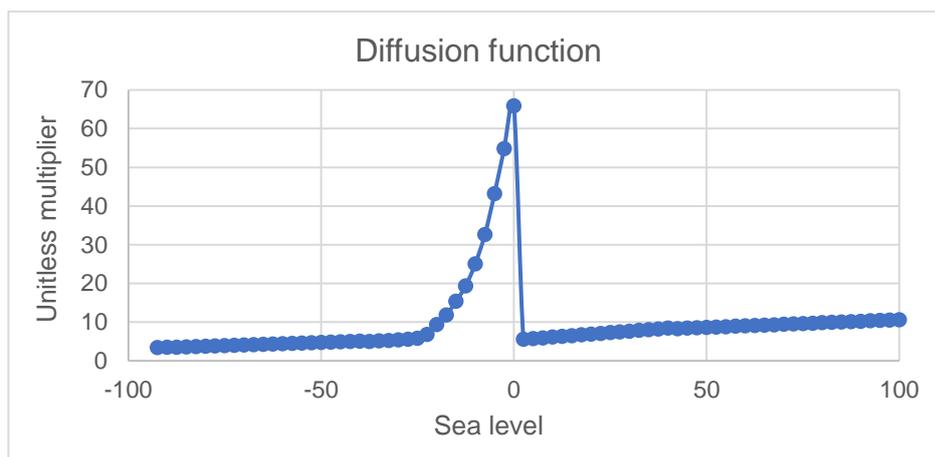


Рисунок 4.2 – Функция диффузии по умолчанию (Petrel, 2018)

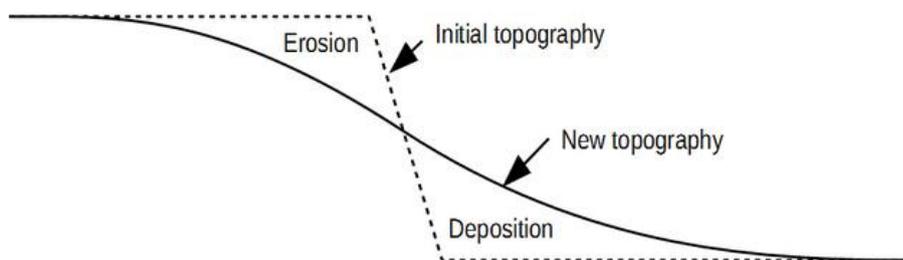


Рисунок 4.3 – Влияния процесса механической дифференциации на рельеф поверхности (Petrel, 2018)

Коэффициент диффузии подразумевает собой количественный параметр скорости диффузии и измеряется в  $\text{м}^2/\text{год}$ . Данный параметр равен количеству осадков в единицу времени через участок единичного метра, являющегося границей между эрозией и осадконакоплением. Например, если коэффициент диффузии  $0,5 \text{ м}^2/\text{год}$ , то площадь участка в  $500 \text{ м}^2$  заполнится через 1000 лет.

Для определения пределов вариации данного коэффициента необходимо, чтобы поверхности в модели имели такие же углы наклона, как реальные стратиграфические поверхности.

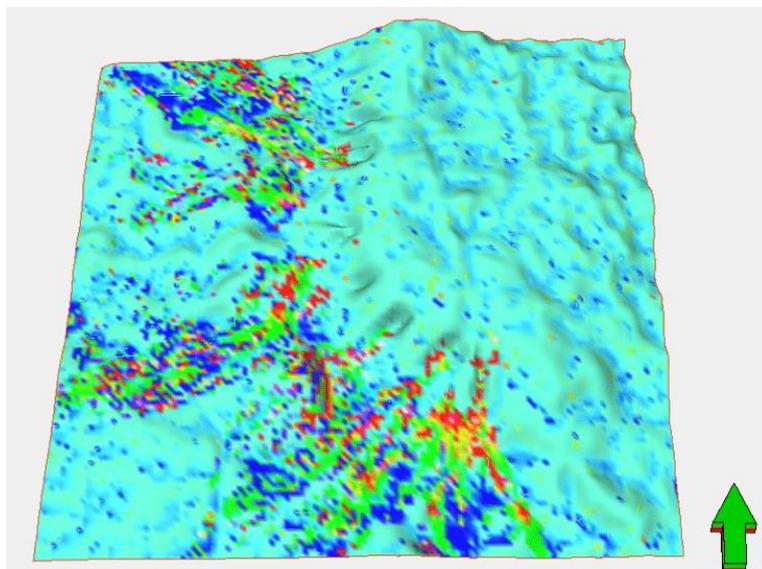


Рисунок 4.4 – Временное сечение на последнем шаге седиментационной модели при коэффициенте диффузии  $1 \text{ м}^2/\text{год}$  (Составила Никонова К.С., 2023)

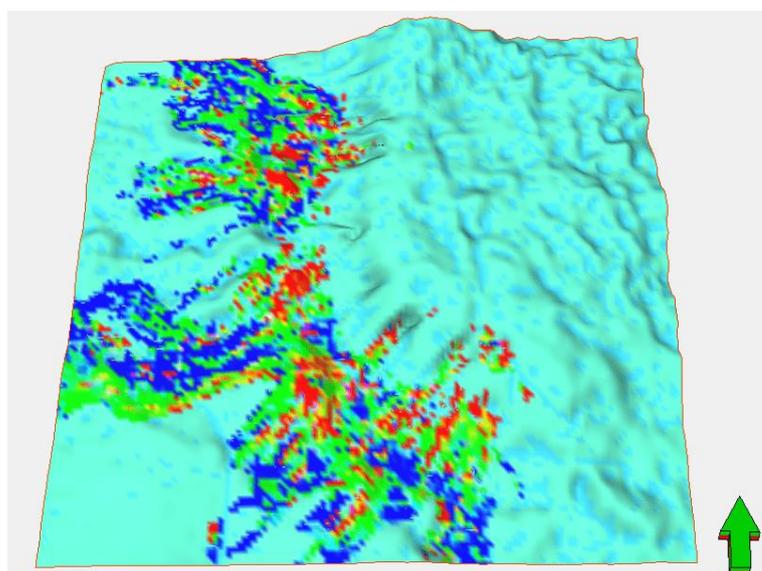


Рисунок 4.5 – Временное сечение на последнем шаге седиментационной модели при коэффициенте диффузии  $0.01 \text{ м}^2/\text{год}$  (Составила Никонова К.С., 2023)

На Рисунках 4.4-4.5 представлены результаты моделирования при вариации коэффициента диффузии. Красным цветом выделен литотип песка, синим алеврита и зеленым глины. На Рисунке 4.4, где коэффициент составляет  $1 \text{ м}^2/\text{год}$ , наблюдается распределение материала по всему периметру, а на Рисунке 4.5 при  $0.01 \text{ м}^2/\text{год}$  осадочный материал распределен в большем своем количестве по направлению потока, т.е с востока на запад.

Площадь моделирования между ними одинаковая –  $585 \text{ км}^2$ , при коэффициенте равным  $1 \text{ м}^2/\text{год}$ , заполнение всей площади составило бы 585 млн лет, а при  $0,01 \text{ м}^2/\text{год}$  58500 млн лет, т.е. распределение материала по всей площади при высоком коэффициенте (при высокой скорости) составило бы на два порядка меньше лет.

В реальности конус выноса характеризуется четкой направленностью потока от периферийной до дистальной части, поэтому для моделирования ориентированности при моделировании коэффициент диффузии приняли за  $0,01 \text{ м}^2/\text{год}$ .

Коэффициент эрозии или коэффициент подверженности эрозии (erodibility coefficient) варьируется от 0 до 1. Значение 1 представляет осадок, который легко разрушается (рыхлый осадок), значение 0 указывает на то, что отложения не подвержены эрозии. Данный коэффициент задается во вкладке «Base topography» в окне «Run sedimentary simulation» (Рисунок 4.6).

При создании литотипов, также важным является указание подверженности процессу денудации осадочного материала. В данном окне также задаются литотипы и их процентное соотношение. Процентное соотношение было задано согласно гранулометрическому составу отложений по лабораторным исследованиям керна.

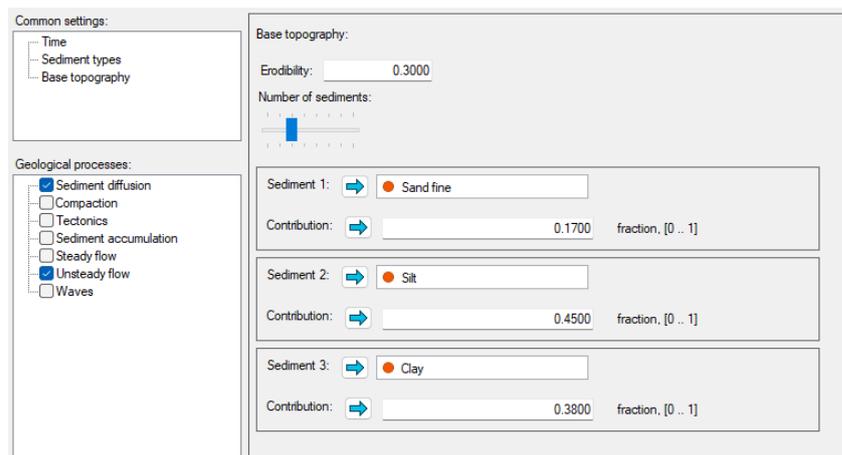


Рисунок 4.6 – Вкладка «Base topography» окна «Run sedimentary simulation» (Petrel, 2018)

Для примера было проведено сравнение двух моделей с абсолютно одинаковыми параметрами, но с разными значениями коэффициента эрозии (Рисунок 4.7 и 4.8).

Путем анализа полученных данных, сделан вывод, что увеличение параметра приводит к уменьшению количества накопленного осадочного материала, ввиду их подверженности процессу денудации.

Так, например, зная, что конуса выноса характеризуются интенсивным привносом осадочного материала и залеганием ниже базиса штормовых волн в относительно спокойной гидродинамической обстановке, то данный коэффициент может достигать значений ниже среднего.

Параметр переноса (transport coefficient) – безразмерный коэффициент, характеризующий перенос осадков. Обычные значения варьируются в пределах от 0,01 до 1. Чем ниже значение этого параметра, тем больше расстояние, на которое будут переноситься осадочные частицы. Данный параметр задается в окне «Run sedimentary simulation» при описании нестационарного потока (Рисунок 4.9).

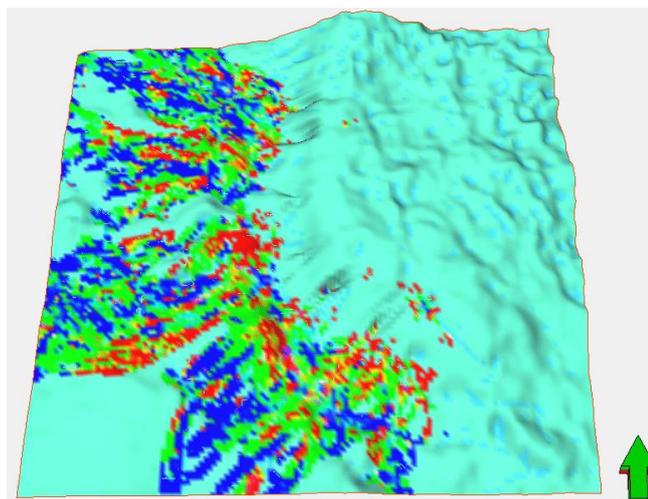


Рисунок 4.7 – Временное сечение на последнем шаге седиментационной модели при коэффициенте эрозии 0,3  
(Составила Никонова К.С., 2023)

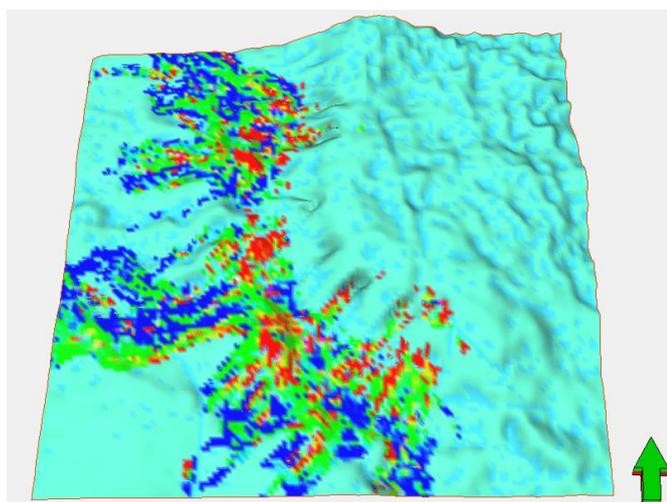


Рисунок 4.8 – Временное сечение на последнем шаге седиментационной модели при коэффициенте эрозии 0,8  
(Составила Никонова К.С., 2023)

Common settings:	
<input type="checkbox"/> Time <input type="checkbox"/> Sediment types <input type="checkbox"/> Base topography	
Geological processes:	
<input checked="" type="checkbox"/> Sediment diffusion <input type="checkbox"/> Compaction <input type="checkbox"/> Tectonics <input type="checkbox"/> Sediment accumulation <input type="checkbox"/> Steady flow <input checked="" type="checkbox"/> Unsteady flow <input type="checkbox"/> Waves	
Unsteady flow:	
Sources:	<input type="button" value="New sediment source"/>
Turbiditic event interval:	<input type="text" value="1000.00 a"/>
Fluid element depth:	<input type="text" value="0.10 m"/>
Duration time:	<input type="text" value="6.00 h"/>
Display time:	<input type="text" value="6.00 h"/>
Delta time element:	<input type="text" value="1.00 s"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Sediment movement	
Transport coefficient:	<input type="text" value="0.1000"/>
<input type="checkbox"/> Output water velocity	
<input type="checkbox"/> Output water top	

Рисунок 4.9 – Окно ввода параметров для нестационарного потока (Petrel, 2018)

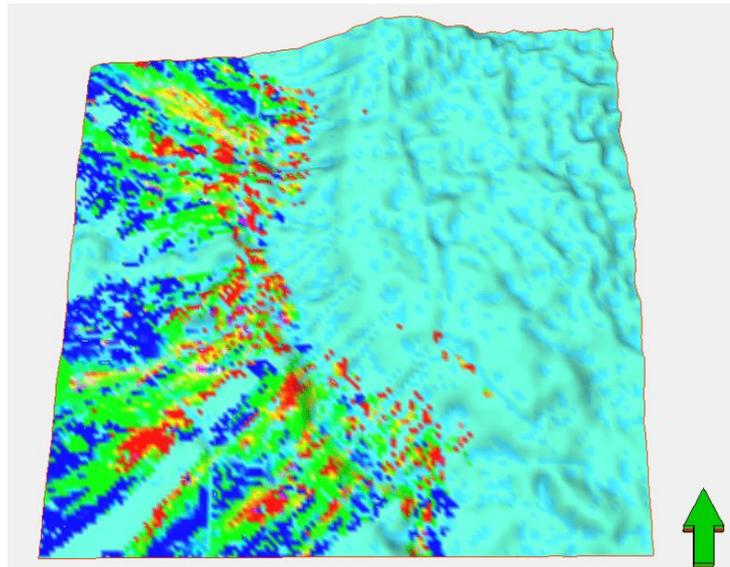


Рисунок 4.10 – Временное сечение на последнем шаге седиментационной модели при коэффициенте переноса 0,01  
(Составила Никонова К.С., 2023)

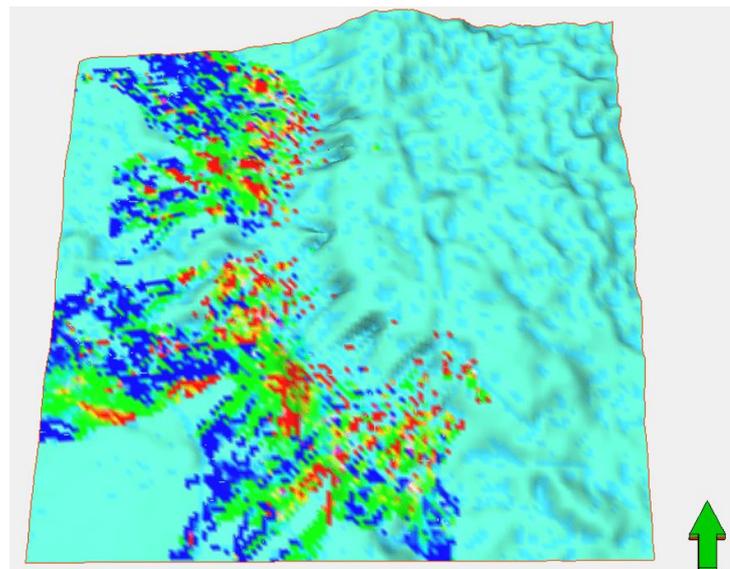


Рисунок 4.11 – Временное сечение на последнем шаге седиментационной модели при коэффициенте переноса 0,1  
(Составила Никонова К.С., 2023)

В результате анализа (Рисунки 4.10-4.12), при определении коэффициента переноса, наиболее реалистично описывающего неокотские отложения, значительное внимание было уделено размерности тел (Рисунок 4.13).

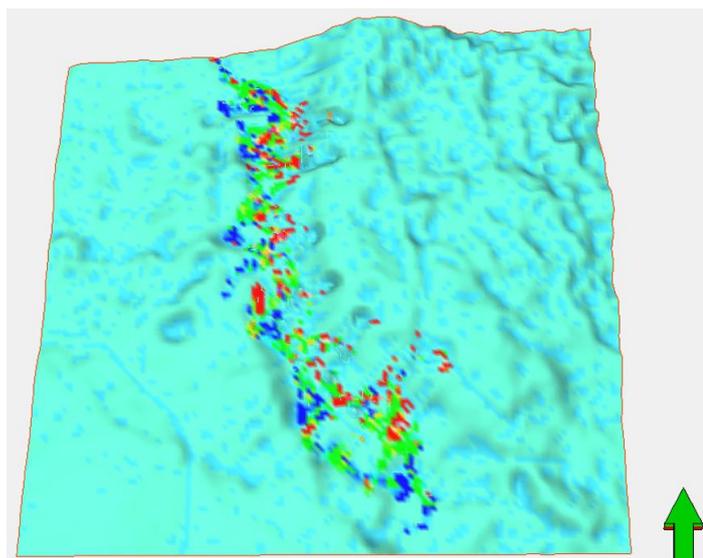


Рисунок 4.12 – Временное сечение на последнем шаге седиментационной модели при коэффициенте переноса 1 (Составила Никонова К.С., 2023)

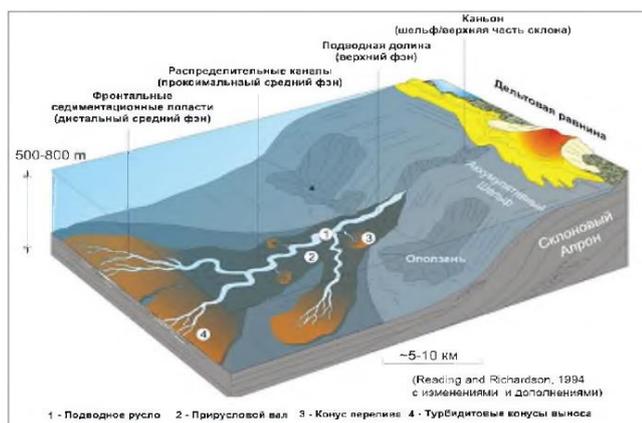


Рисунок 4.13 – Принципиальная схема формирования ачимовских отложений Западной Сибири (Ольнева Т.В. и Жуковская Е.А., 2022)

Согласно принципиальной схеме формирования конусов выноса, в среднем длина турбидитового конуса выноса может достигать от 5 до 15 км, также существуют примеры и длин лопастей до 67 км. В модели с коэффициентом переноса 1 расстояние между дистальной и верхней частями конуса выноса меньше 4 км, значит данный коэффициент не описывает реальные размеры тел. При выборе между 0,1 и 0,01 стоит вопрос ограниченности модели по размеру, так как сложно предположить, где точно находится дистальная часть лопасти в модели с коэффициентом 0,01, ввиду

данного ограничения, допускаем, что дистальная часть продвигается еще дальше и тогда уже длина лопасти составит более 15 км, что также не точно описывает размеры реально существующих тел. В связи с этим, коэффициент переноса принимается равным 0,1 в рамках данной работы.

С помощью моделирования GPM возможно реконструировать в конусе выноса – каньон, подводящие и распределительные каналы. Каньон представляет собой эрозионную форму склона. На Рисунке 4.14 заметно, что образуется отрицательная форма рельефа, которая прорезает склон. На Рисунке 4.15 с визуализацией направления потока, возможна интерпретация каналов, которые затем образуют осадочные лопасти.

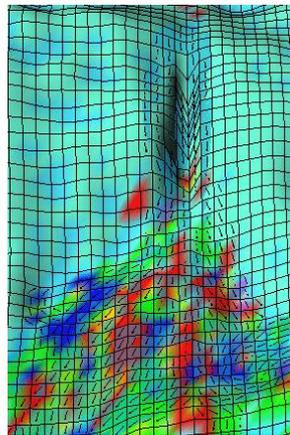


Рисунок 4.14 – Элемент конуса выноса: каньон  
(Составила Никонова К.С., 2023)

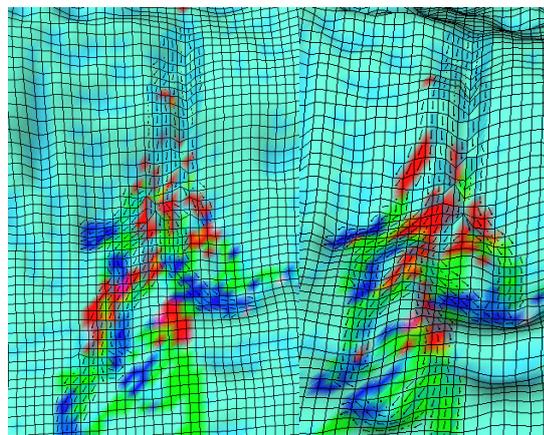


Рисунок 4.15 – Элементы конуса выноса: канал  
(Составила Никонова К.С., 2023)

Однако следует отметить, что выделение и реконструкция формы лопасти остается на долю творчества интерпретатора путем анализа результатов модели и конфигурации, получившихся тел.

В заключение, моделирование в GPM основано на общем представлении заполнения сначала пониженных частей рельефа и механической дифференциации обломочного вещества. При создании модели важную роль играют исходные данные, такие, как палеорельеф, скорости осадконакопления, вариации уровня моря и другие данные. Для воссоздания реальных условий осадконакопления требуется четкое понимание концептуальной модели формирования тел, механизма переноса, направления сноса и скоростей переноса осадка. В процессе моделирования не стоит ожидать полного соответствия между реальными и модельными параметрами. Подбор вышеперечисленных параметров для создания модели (коэффициент диффузии, переноса, подверженности эрозии и другие) требует анализа на основе геологических представлений процесса седиментации с множественными итерациями (Рисунок 4.16, Приложение Б). Блок-схема моделирования в модуле GPM программного обеспечения «Petrel» представлена на Рисунке 4.17 (Приложение В). Любая модель представляет собой что-то неточное, но полезное. Динамическое моделирование при корректном построении позволяет спрогнозировать наиболее перспективные участки объектов с высокими фильтрационно-емкостными свойствами.

При вариации параметров моделирования изменяется внутренняя структура геологических объектов, но точно сохраняется алгоритм заполнения нижних форм рельефа и линейная направленность конусов выноса. В связи с применением процессов диффузии, существует распределение обломочного материала согласно общепризнанным представлениям: вблизи склона накапливается более крупнозернистый материал, в дистальную часть уносятся пеллитовые частицы.

Для выделения улучшенных фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) необходимо упираться именно на фракционное распределение обломочного материала. Согласно В.Н. Бардачевскому, зоны с улучшенными коллекторскими свойствами приурочены к депоцентрам песчано-алевритового материала, т.е к максимальным толщинам (Бардачевский В.Н., 2012). После седиментационного моделирования в программном обеспечении «Petrel» есть возможность преобразования результата в трехмерную сеточную модель с поверхностями и построения карты мощностей (Рисунок 4.18).

Анализируя карты толщин, можно выделить наиболее перспективные зоны с повышенными толщинами песчано-алеритовых отложений, в которых прогнозируется наличие пластов с улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами.

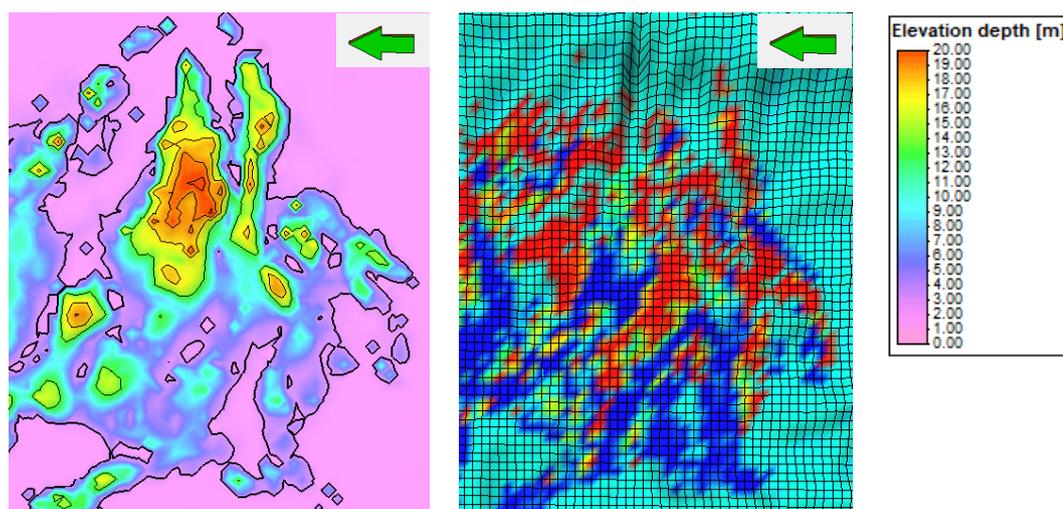


Рисунок 4.18 – Карта толщин, полученная после седиментационного моделирования (Составила Никонова К.С., 2023)

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,  
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
2ТМ11	Никонова Карина Станиславовна

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	ОНД
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	21.04.01 Нефтегазовое дело

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Расчет сметной стоимости работ, согласно выполняемой работы
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Тарифные ставки заработных плат рабочего персонала, нормы времени на проведение мероприятий (согласно регламентам)
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Ставка налога на прибыль 20%; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 20%.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

4. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Экономическое обоснование проведения технического мероприятия путем определения ресурсоэффективности работы.
5. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Расчет бюджета согласно затратам НТИ.
6. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Расчет экономической эффективности проводимого мероприятия путем оценки ресурсоэффективности.

**Перечень графического материала:**

1. Таблицы: а. Расчет бюджета затрат НТИ; б. Материальные затраты.
2. Расчетные формулы

<b>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</b>	16.05.2023
--	------------

**Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рукавишников В.С.	PhD		16.05.2023

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ11	Никонова Карина Станиславовна		16.05.2023

## **5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Моделирование седиментационного процесса является научно-техническим исследованием, следовательно, необходимо провести расчет затрат.

Планирование бюджета проекта должно обеспечивать полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используется следующая группировка затрат по статьям:

- Материальные затраты;
- Основная заработная плата исполнителей темы;
- Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- Отчисление во внебюджетные фонды (страховые отчисления)
- Накладные расходы.

### **1.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования**

Основные затраты связаны с электроэнергией и покупкой лицензии на необходимое программное обеспечение для выполнения работы либо в случае установленного лицензированного программного обеспечения, затраты будут связаны только с электроэнергией. Потребление электроэнергии персональным компьютером в месяц 28,8 кВт·ч. Работа велась в течении 2 месяцев.

Затраты на электроэнергию рассчитываются по Формуле 5.1:

$$C = C_{\text{эл}} \cdot P \cdot F_{\text{об}}, \quad (5.1)$$

где  $C_{\text{эл}}$  – тариф на промышленную электроэнергию (6,6 рубл. За 1 кВт·ч);

$P$  – мощность оборудования, кВт, 28,8 кВт·ч;

$F_{об}$  – время использования оборудования, ч.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в Таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Электроэнергия	кВт·ч	57,6	6,6	380,16
Канцелярские товары				2000
Доступ в интернет	Месяц	2	400	800
Итого, руб.				3180,16

## 1.2 Заработная плата сотрудника

В настоящую статью включается основная заработная плата сотрудника компании за время, занятое моделированием (2 месяца), основная заработная плата рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Для сотрудника на должности ведущего инженера в отделе геологии оклад составляет 45000 рублей. Среднедневная заработная плата определяется по Формуле 5.2:

$$Z_{зпi} = \frac{(D+D \cdot K)}{F}, \quad (5.2)$$

где  $D$  – месячный оклад работника;

$K$  – районный коэффициент (г. Томск – 30%);

$F$  – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Тогда,

$$Z_{зпi} = \frac{(45000+45000 \cdot 0,3)}{22} = 2659,1 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата сотрудника, рассчитывается по Формуле 5.3:

$$C_{осн.зп} = \sum t_i \cdot C_{зпi}, \quad (5.3)$$

где  $t_i$  – затраты труда, необходимые для выполнения проекта, в рабочих днях 60 дней;

$C_{зпi}$  – среднедневная заработная плата работника, выполняющего проект, (руб./день), 2659,1.

Тогда,

$$C_{\text{осн.зп}} = 60 \cdot 2659,1 = 159\,546 \text{ руб.}$$

Получается, что заработная плата за два рабочих месяца составит 159 546 рублей.

### 1.3 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отображаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования от затрат на оплату труда работников. Затраты на обязательное пенсионное страхование – 22%; на обязательное медицинского страхования – 5,1%; фонд социального страхования – 2,9 %. Величина отчислений во внебюджетные формы определяется по Формуле 5.4:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (5.4)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату внебюджетные фонды.

Налоговой кодекс РФ устанавливает размер страховых взносов в размере 30%. Отчисления во внебюджетные фонды представлены в Таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Сотрудник
Основная заработная плата, руб.	159 546
Коэффициент отчислений на уплату внебюджетные фонды, %	30
Сумма отчислений	47 863,8

Таким образом, во внебюджетные фонды за два месяца будет переведена сумма равная 47 863,8 рублям.

#### 1.4 Накладные расходы

В данную статью входят расходы на содержание аппарата управления и общехозяйственных служб. По этой статье учитываются оплата труда административно-управленческого персонала, содержание знаний, оргтехники и хоз. инвентаря, амортизация имущества, расходы по охране труда и подготовке кадров.

Накладные расходы компании составляют 25% – 30% от суммы заработной платы сотрудника. Расчет накладных расходов ведется по Формуле 5.5:

$$P_{\text{накл}} = (Z_{\text{внеб}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}})k_{\text{накл}}, \quad (5.5)$$

Тогда накладные расходы составят:

$$P_{\text{накл}} = (47\,863,8 + 159\,546) \cdot 0,25 = 51\,852,5 \text{ руб.}$$

Сумма равная 51 852,5 рублей будет затрачена на накладные расходы за два месяца выполнения работы. Определение бюджета затрат на проект по каждому варианту исполнения приведен в Таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Расчет бюджета затрат проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты проекта	3180,16
Затраты на основной заработной плате исполнителей работы	159 546
Отчисления во внебюджетные фонды	47 863,8
Накладные расходы	51 852, 5
Бюджет затрат	262 442, 46

## 1.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности проекта. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности работы получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов проекта. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель проекта определяется по Формуле 5.6 как:

$$I_{\text{фин}}^{\text{исп}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.6)$$

где  $I_{\text{фин}}^{\text{исп}}$  – интегральный финансовый показатель проекта;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения проекта.

Полученная величина интегрального финансового показателя проекта отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости проекта в размах (значение меньше единицы, но больше нуля). Так как проект имеет одно исполнение, то:

$$I_{\text{фин}}^{\text{исп}} = \frac{262\,442,46}{262\,442,46} = 1$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения работы можно определить по Формуле 5.7:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (5.7)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения проекта;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения проекта;

$b_i$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в Таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Оценка характеристик исполнения проекта

	Весовой коэффициент параметра	Оценка
Энергоэффективность	0,1	5
Точность результатов	0,1	3
Оперативность	0,1	4
Унифицированность	0,1	5
Надежность	0,1	3
Помехоустойчивость	0,1	5
Безопасность	0,1	5
Конкурентоспособность	0,1	3
Цена	0,1	4
Финансовая эффективность научной работы	0,1	4
Итого	1	41

Тогда  $I_{pi} = 4,1$ .

Сравнительная эффективность проекта рассчитана по Формуле (5.8):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}},$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта, представленную в Таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Эффективность проекта

Показатели	Оценки
Интегральный финансовый показатель	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности и разработки	4,1
Интегральный показатель эффективности	0,24

Вывод по главе: основываясь на определении ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности проекта, проведя необходимый сравнительный анализ, можно сделать вывод о том, что данная методика моделирования оценки эффективна.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
2ТМ11		Никонова Карина Станиславовна	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	ОНД
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	21.04.01 Нефтегазовое дело

Тема ВКР:

Трехмерное моделирование неокомских природных резервуаров Фроловской мегадепрессии на основе геолого-геофизических данных и седиментологических исследований керна

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p><i>Объект исследования:</i> Стол, оборудованный персональным компьютером</p> <p><i>Область применения:</i> нефтегазовая промышленность, моделирование нефтегазовых процессов</p> <p><i>Рабочая зона:</i> офис</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 10*10 м<sup>2</sup>.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> 1 компьютер, 1 стол и 1 стул</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: моделирование физических процессов, построение цифровых моделей за рабочим столом</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)</p> <p>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.</p> <p>ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</p> <p>СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение</p>
<p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> <li>– Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора</li> </ul>	<p><b>Опасные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрический ток</li> <li>2. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие объекты</li> </ol> <p><b>Вредные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенный уровень шума</li> <li>2. Недостаточная естественная и искусственная освещенность рабочей зоны</li> <li>3. Повышенный уровень электромагнитного излучения</li> <li>4. Умственные перенапряжение</li> <li>5. Отклонение показателей микроклимата</li> </ol>

	<p><b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b> соблюдение режима труда и отдыха, использование сертифицированного и исправного оборудования, соблюдение правил использования оборудования, поддержка комфортных условий труда в помещении</p> <p><b>Расчет:</b> расчет воздухообмена в общественных помещениях</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b></p>	<p><b>Воздействие на селитебную зону:</b> отсутствует</p> <p><b>Воздействие на литосферу:</b> неправильная утилизация отходов при поломке вычислительной техники, оборудования и его комплектующих (искусственные источники освещения, канцелярские отходы)</p> <p><b>Воздействие на гидросферу:</b> неправильная утилизация отходов при поломке вычислительной техники, оборудования и его комплектующих (искусственные источники освещения, канцелярские отходы)</p> <p><b>Воздействие на атмосферу:</b> неправильная утилизация отходов при поломке вычислительной техники, оборудования и его комплектующих (искусственные источники освещения, канцелярские отходы)</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b></p>	<p><b>Возможные ЧС:</b></p> <p>Техногенные факторы (короткие замыкания электропроводки, использование неисправного оборудования)</p> <p>Социальные факторы (курение вне специально определенного места, умышленные поджоги, нарушение правил обращения и электронными приборами)</p> <p><b>Наиболее типичная ЧС:</b> пожар в помещении здания</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	
<p>16.05.2023</p>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	к.т.н		16.05.2023

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ11	Никонова Карина Станиславовна		16.05.2023

## **6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

Место выполнения работ является офисным помещением, оборудованным компьютером. Область применения компьютера представляет из себя разработку проектных решений посредством компьютерного моделирования. Реальные и потенциальные пользователи являются специалисты научно-технических компаний нефтегазовой отрасли. Административное или географическое место выполнения работ может быть разнообразным, но чаще всего представляет из себя населенный пункт или город, обеспеченный сетью, сотовой связью и интернетом.

Данная работа в рамках социальной направленности является наиболее актуальной поскольку с каждым годом количество офисных сотрудников, регулярно работающих за компьютером, увеличивается. Многие сотрудники не догадываются о потенциальных рисках и вреда для здоровья от регулярной работы за компьютером, вследствие чего было и проведено данное исследование.

### **6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Согласно статье №100 ТК РФ Режим рабочего времени должен предусматривать продолжительность рабочей недели (пятидневная с двумя выходными днями).

Для успешной и эффективной работы офисного сотрудника следует соблюдать несколько правил:

1. Режим труда и отдыха должен быть одинаковым для всех работников;
2. Всех сотрудников надо ознакомить под роспись с документами, регламентирующими перерывы;
3. Необходимо разработать и внедрить систему контроля использования перерывов сотрудниками;

4. Эта система должна быть простой и понятной всем сотрудникам.

Согласно ТК РФ статьи №86 в целях обеспечения прав и свобод человека и гражданина работодатель и его представители при обработке персональных данных работника обязаны соблюдать следующее общее требование: обработка персональных данных работника может осуществляться исключительно в целях обеспечения соблюдения законов и иных нормативных правовых актов, содействия работникам в трудоустройстве, получении образования и продвижении по службе, обеспечения личной безопасности работников, контроля количества и качества выполняемой работы и обеспечения сохранности имущества.

Согласно ТК РФ статьи №135 заработная плата работнику устанавливается трудовым договором в соответствии с действующими у данного работодателя системами оплаты труда.

Системы оплаты труда, включая размеры тарифных ставок, окладов (должностных окладов), доплат и надбавок компенсационного характера, в том числе за работу в условиях, отклоняющихся от нормальных, системы доплат и надбавок стимулирующего характера и системы премирования, устанавливаются коллективными договорами, соглашениями, локальными нормативными актами в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права.

В соответствии с СанПиНом 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» оконные проемы в помещении для эксплуатации персонального компьютера (ПК) должны быть оборудованными регулируемыми устройствами (занавески, жалюзи и т.д.), а также рабочие столы следует размещать так, чтобы мониторы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, а естественный свет падал желательно слева. При размещении рабочих мест при выполнении работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации

внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5-2,0 м. Экран монитора также должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Согласно «ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ в положении сидя» при размещении средств отображения, требующие точного и быстрого считывания показаний, следует располагать в вертикальной плоскости под углом  $\pm 15^\circ$  от нормальной линии взгляда, при менее точном и быстром считывании под углом  $\pm 30^\circ$ .

Важное значение в профилактике утомления имеет использование эргономики. Эта комплексная дисциплина основана на использовании данных ряда других наук для приспособления работы к человеку с целью повышения производительности труда, сохранения здоровья, обеспечения безопасности и комфорта при работе.

Работа в позе сидя более рациональна и менее утомительна, так как уменьшается высота центра тяжести над площадью опоры, повышается устойчивость тела, снижается напряжение мышц, уменьшается нагрузка на сердечно-сосудистую систему. В положении сидя обеспечивается возможность выполнять работу, требующую точности движений. Однако в этом случае могут возникать застойные явления в органах таза, затруднение работы органов кровообращения и дыхания (Рисунок 6.1).

Основная суть положения рук в том, что нельзя ничего передавливать, перегибать или к чему-то тянуться. Нужно следить за тем, чтоб ничего нигде не пережимать, не подгибать ноги под себя. Монитор должен быть на уровне глаз. Либо верх монитора, либо его центр, тут уж не так важно и зависит от его размера.



Рисунок 6.1 – Эргономика работы за компьютером

Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т. д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

## 6.2 Производственная безопасность

Для обеспечения производственной безопасности необходимо провести анализ возможных опасных и вредных факторов, представленных ниже (Таблица 6.1).

*Превышение уровня шума.* Импульс звукового давления на рабочем месте может быть создан как кратковременным излучением шума стационарным или перемещающимся источником, так и непрерывным излучением шума перемещающимся источником. Основным источником фонового шума является работающий компьютер.

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и

сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты.

Таблица 6.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работы		Нормативные документы
	Разработка	Эксплуатация	
Превышение уровня шума		+	СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки»
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека	+	+	ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы
Отклонение показателей микроклимата	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение
Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	

Внезапные шумы высокой интенсивности, даже кратковременные (взрывы, удары и т.п.), могут вызвать как острые нейросенсорные эффекты (головокружение, звон в ушах, снижение слуха), так и физические повреждения (разрыв барабанной перепонки с кровотечением, поражения среднего уха и улитки).

Для большинства рабочих мест применение технического метода измерений по ГОСТ ISO 9612 позволяет получить значение со стандартной неопределенностью, не превышающей 3 дБ.

Средствами защиты от шума на рабочем месте, применяемыми работодателем, могут быть изолированные или встроенные элементы конструкции производственного помещения (экраны, перегородки, кабины и т.п.), поглощающие или ослабляющие звуковое излучение, а также средства индивидуальной защиты органа слуха (противошумы). Изготовители элементов конструкций и материалов, предназначенных для снижения шума в помещениях, и изготовители противошумов определяют и указывают значения акустических характеристик своих изделий в соответствии с их назначением, а также способы и условия их применения в технической (эксплуатационной) документации. Эти характеристики могут быть использованы работодателем для ориентировочных расчетов шума, воздействующего на работника на рабочем месте.

*Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека.* Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.

Электрический ток, проходя через живые ткани, оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействия. Это приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей и органов, так и общее повреждение организма.

Небольшие токи до 5 мА вызывают лишь неприятные ощущения. При токах, больших 10-15 мА, человек не способен самостоятельно освободиться от токоведущих частей и действие тока становится длительным (неотпускающий ток). При длительном воздействии таких токов человек может получить различного рода электротравмы.

Самая тяжелая электротравма – электрический удар – это поражение внутренних органов человека.

Согласно ГОСТ 32144-2013 предельное отклонение (как положительное, так и отрицательное) в России не должно превышать отметку в 10% от номинального (ГОСТ 32144-2013). Итого получаем такие значения: для сети 230в – от 207 до 253 Вольт; для сети 400в – от 360 до 440 Вольт (Рисунок 6.2.).



Рисунок 6.2 – Предельно допустимые отклонения напряжения сети

Наиболее доступный вариант защиты электрического прибора – это сетевые фильтры. Сетевой фильтр способен защитить от небольших перепадов. При сильном скачке напряжения данный прибор, скорее всего, сгорит, но защитит ваше оборудование.

Стабилизаторы напряжения не только осуществляют контроль сети, но и дополнительно к этому стабилизируют его, точнее выравнивают напряжение до 220 вольт, если оно ниже или выше нормы. Впрочем, работают они в определенных интервалах, если напряжение стало выше 280 вольт или ниже 160 вольт стабилизатор отключает питание от сети.

*Отклонение показателей микроклимата.* Источники локального тепловыделения, охлаждения или влаговыведения (нагретые устройства и приборы, окна, дверные проемы, большое скопление людей).

Низкая температура вызывает охлаждение организма и может способствовать возникновению простудных заболеваний. При высокой температуре – перегрев организма, повышенное потовыделение и снижение работоспособности. Работник теряет внимание, что может привести к несчастному случаю.

Допустимые нормы согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»:

- температура воздуха в производственном помещении – 22-24° С;
- температура поверхностей (пол, стены, оборудование и т.п.) – 21-25° С;
- относительная влажность воздуха – 40-60 %;
- скорость движения воздуха – не более 0,1 м/с.

К средствам коллективной защиты, работающих от повышенных или пониженных микроклиматических условий, от повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны, для предотвращения появления в воздушной среде помещения взрывоопасных концентраций горючих газов и паров горючих жидкостей относятся системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

*Расчет воздухообмена в общественных помещениях.* В общественных помещениях постоянным вредным выделением является выдыхаемый людьми углекислый газ (СО<sub>2</sub>). Определение требуемого воздухообмена производится по количеству углекислого газа, выделяемого человеком и по допустимой концентрации его. Количество углекислого газа в зависимости от возраста человека и выполняемой работы приведены ниже (Таблица 6.2). В помещении находится порядка 28 взрослых людей, находящихся большую часть в состоянии покоя.

Таблица 6.2 – количество CO<sub>2</sub>

Возраст человека и характер работы	Количество CO <sub>2</sub> (g <sub>co2</sub> )	
	л/ч	г/ч
Взрослые: при физической работе	45	68
при легкой работе (в учреждениях)	23	35
в состоянии покоя	23	35
Дети до 12 лет	12	18

Рассчитываем количество CO<sub>2</sub>, выделяемые всеми работниками по следующей Формуле:

$$G = N_{\text{людей}} \cdot g_{CO_2}, \quad (6.1)$$

где  $G$  – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения, г/ч;

$N_{\text{людей}}$  – количество людей в помещении;

$g_{CO_2}$  – количество CO<sub>2</sub>, г/ч.

$$G = 28 \cdot 35 = 980 \text{ г/ч} \quad (6.2)$$

Потребный воздухообмен:

$$L = \frac{1000 \cdot G}{x_v - x_n}, \quad (6.3)$$

где  $L$  – потребный воздухообмен, м<sup>3</sup>/ч;

$x_v$  – предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения, согласно ГОСТ 12.1.005-88, мг/м<sup>3</sup>;

$x_n$  – максимально возможная концентрация той же вредности в воздухе населенных мест по СанПиН 1.2.3685-21, мг/м<sup>3</sup>.

$$L = \frac{1000 \cdot 980}{9000 - 1000} = 122,5 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (6.4)$$

Рассчитываем кратность воздухообмена по следующей Формуле:

$$n = \frac{L}{V}, \quad (6.5)$$

где  $V$  – внутренний объем помещения, м<sup>3</sup>.

$$n = \frac{122,5}{10 \cdot 10} = 1,225 \text{ ч}^{-1} \quad (6.6)$$

Согласно СП 2.2.3670-20, данная кратность воздухообмена допустима, так как  $n < 10 \text{ ч}^{-1}$ .

*Отсутствие или недостаток естественного света.* Вредное воздействие параметров освещения проявляется в отсутствии или недостатке естественного света, а также недостаточной освещенности рабочей зоны.

Недостаточный уровень света заставляет напрягать зрение, что приводит к быстрой усталости глазных мышц, общей сонливости, головным болям и мигрени. Также было доказано влияние освещенности на основные жизненные процессы:

- мышечный рост и развитие;
- работу сердечно-сосудистой системы;
- обмен веществ;
- устойчивость к внешним воздействиям на организм;
- формирование иммунной системы.

Расчетное значение средневзвешенного коэффициента отражения внутренних поверхностей помещения при расчетах естественного освещения следует принимать равным в жилых и общественных помещениях – 0,55, а в производственных помещениях – 0,50. Равномерность естественного освещения производственных и общественных зданий с верхним или комбинированным освещением должна быть не более 1:3.

Необходимые условия видимости путей эвакуации в зоне, предназначенных для выхода из здания, покинувших рабочие места в аварийной ситуации, должны быть реализованы с помощью специальных эвакуационных светильников и световых указателей.

*Недостаточная освещенность рабочей зоны.* Низкая производительность осветительных приборов; световых проемов; светозащитных устройств; светофильтров.

Возникает зрительное утомление, боль в глазах, общая вялость, которые приводят к снижению внимания и возможности травмирования работника.

Нормы освещенности  $E_{экс}$  и равномерности освещенности  $U_0$  в зоне зрительной работы независимо от плоскости нормирования (горизонтальной, вертикальной или наклонной), коэффициента пульсации освещенности  $K_{п}$ , объединенного показателя дискомфорта UGR и общего индекса цветопередачи  $R_a$  ИС для офисных помещений и вида зрительной работы приведены ниже (Рисунок 6.3).

Наименование помещения	$E_{экс}$ , лк	$U_0$ , не менее	UGR, не более	$R_a$ , не менее	$K_{п}$ , %, не более
Пути движения и коридоры*	100**	0,40	28	40	-
Лестницы, эскалаторы, движущиеся тротуары	100		25	40	
Погрузочно-разгрузочные зоны	150				
* Необходимо дополнительное освещение выходов и входов и ограничение блескости для водителей и пешеходов.					
** Норма освещенности на уровне пола. Норму повышают до 150 лк при наличии движения.					

Рисунок 6.3 – Нормы освещенности офисных помещений

Средства защиты:

- резервное освещение: вид аварийного освещения для продолжения работы в случае отключения рабочего освещения;
- световод естественного света: устройство, направляющее естественный свет внутрь здания;
- световой указатель: знак безопасности с внутренней подсветкой;
- светодиод: источник света, основанный на испускании некогерентного излучения в видимом диапазоне длин волн при пропускании электрического тока через полупроводниковый диод.

### **6.3 Экологическая безопасность**

Источником загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы являются вышедшие из строя ПЭВМ, батарейки и люминесцентные лампы.

Отходы в виде ПЭВМ и его оргтехники относятся к IV классу опасности и подлежат специальной утилизации. Специальная утилизация ПЭВМ: 90% вторичная переработка, 10 % отправление на свалку. Специальная утилизация производится согласно ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов.

Одна батарейка загрязняет тяжелыми металлами до 20 метров земли. Батарейки выделяют ртуть, кадмий, свинец, которые вызывают болезни от нервных расстройств до рака. Батарейки – это уникальное месторождение марганца, цинка, железа и графита.

Входящая в состав ЛЛ ртуть отличается широким спектром проявлений токсического действия на живые организмы и экосистемы в целом. Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО) определяет ртутьсодержащие отходы (PCO) производства и потребления как чрезвычайно опасные отходы (отходы I-го класса опасности).

Переработка бытовых батареек и аккумуляторов не только помогает сберечь природу и уменьшить выбросы тяжёлых металлов (кадмий, свинец, ртуть), но и позволяет получить соли металлов, графита и железа без использования первичных ресурсов.

Сдать люминесцентную лампу можно в специальные контейнеры при управляющей компании. Управляющие компании обязаны обеспечить сбор отработанных ламп в многоквартирных домах.

### **6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

*Анализ возможных ЧС.* Причиной возникновения коротких замыканий является резкий рост в показателях силы тока, которые постепенно

увеличиваются параллельно понижению сопротивления в электрических проводах. Высокий электрический ток является основой для создания критических температурных значений.

Перед использованием электрооборудования следует убедиться в его исправности и проводить плановые проверки на предмет исправности во избежание ЧС.

Курение необходимо осуществлять в строго отведенных для этого местах, не офисных помещениях. Использование табачных изделий разрешено только на расстоянии 15 м от мест большого скопления людей.

Нельзя проносить в здание легковоспламеняющиеся жидкости (бензин, ацетон и др.), а также ядовитые и отравляющие вещества, оказывающие токсическое воздействие на организм человека.

*Наиболее типичная ЧС.* Наиболее типичным ЧС является пожар в помещении здания. Основными причинами являются:

- игнорирование основных правил пожарной безопасности;
- неисправность электрической проводки;
- возгорание электроприборов — неисправных, самодельных
- или оставленных без присмотра.

В связи с этим, согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие нормы пожарной безопасности:

– для предохранения сети от перегрузок запрещается одновременно подключать к сети количество потребителей, превышающих допустимую нагрузку;

– работы за компьютером проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;

– иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);

– установить количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и выходов;

– обеспечить возможность беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям.

Прокладка всех видов кабелей в металлических газонаполненных трубах – отличный вариант для предотвращения возгорания. При появлении пожара, любой, увидевший пожар должен: незамедлительно заявить о данном в пожарную службу по телефонному номеру 01 или 112, заявить о происшествии и соблюдать покой.

В случае возникновения пожара в здании автоматически срабатывают датчики пожаротушения, и звуковая система оповещает всех сотрудников о немедленной эвакуации из здания и направляются на выход в соответствии с планом эвакуации при пожарах и других ЧС.

### **Вывод**

В ходе исследования социальной ответственности были проанализированы основные правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, вредные и опасные факторы, влияющие на здоровье работников и обоснованы мероприятия по их устранению, рассмотрены правовые вопросы обеспечения безопасности для лиц, работающих в офисных зданиях, приведены организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны, а также произведен расчёт потребного воздухообмена, который составил 122,5 м<sup>3</sup>/ч, а также кратности воздухообмена – 1,225, что является нормой. Были выделены рекомендации по защите экологической безопасности, а также проанализированы основные возможные чрезвычайные ситуации и наиболее вероятная чрезвычайная ситуация – пожар в закрытом помещении.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования выявлено, что, несмотря на более чем 45-летнюю историю изученности клиноформного строения, на сегодняшний день до сих пор остаются актуальными вопросы, приуроченные к изучению архитектуры сложнопостроенного резервуара нижнемелового комплекса.

Седиментационное моделирование основывается на изучении процессов формирования осадочных тел. Данная методика изучения седиментационных явлений является наиболее актуальным для относительно глубоководных конусов выноса на месторождениях Западной Сибири. С помощью результатов моделирования появляются возможности спрогнозировать развитие структуры конусов выноса, а в особенности дистальную часть, являющуюся акустически неконтрастным и невидимым для сейсмического исследования, изучить внутреннюю архитектуру резервуара и оценить степень ее неоднородности. Но для достоверного построения модели необходимо успешно подобрать все параметры моделирования и подготовить исходные данные.

Для корректного построения модели в GPM необходимо достоверная реконструкция палеоповерхности на начало формирования изучаемого объекта, изучение палеобатиметрии и четкое понимание временных интервалов. Немаловажным фактором является корректный подбор параметров компьютерного моделирования: коэффициента диффузии, переноса, подверженности эрозии и другие.

При нехватке первичной информации во время разведки новых месторождений и лицензионных участков, создание динамической седиментационной модели и комплексирование его с геолого-геофизическими данными и седиментологическими исследованиями керна позволит создать новый подход к изучению строения резервуара.

Несмотря на то, что построенные модели не отображают реальные условия осадконакопления ачимовских отложений в связи с недостатками литолого-фациальных, геохимических и биофациальных исследований. Однако, даже с допущениями при моделировании реконструируются и интерпретируются элементы строения конусов выноса: каньоны, распределительные и питающие каналы, дистальные и проксимальные лопасти.

В дальнейшем развитии темы выпускной квалификационной работы магистра при наличии полного комплекса данных возможно построение более детальной и точной модели, с помощью которой можно будет предсказать зоны с улучшенными коллекторскими свойствами в депоцентрах песчано-алевритовых отложений.

В заключении, следует отметить, что проделанная работа демонстрирует важность учета параметров моделирования и степень их влияния непосредственно на результат. В связи с большой неопределённостью факторов при построении динамической седиментационной модели, предложены рекомендации к подбору параметров (приложение Б).

В работе был рассмотрен финансовый менеджмент и ресурсоэффективность. В данной главе представлены результаты расчета затрат бюджета рассматриваемой работы. В главе социальной ответственности были рассмотрены и проанализированы основные правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, вредные и опасные факторы, влияющие на здоровье работников.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Нормативные документы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)
2. ГОСТ 12.0.003-15 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. – М.: Изд-во стандартов, 1915. – 58 с.
3. ГОСТ 12.1.004. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Гос. комитет СССР по стандартам: Изд-во стандартов, 1992. – 60 с.
4. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. – М.: Гос. комитет СССР по стандартам: Изд-во стандартов, 1992. – 59 с.
5. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 62 с.
6. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. – М.: Изд-во стандартиформ, 2011. – 20 с.
7. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», 2008. – 51 с.
8. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», 2008. – 78 с.
9. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки
10. СП 52.13330.2011 «Свод правил. Естественное и искусственное освещение», 2003. – 97 с.

## Опубликованная

11. Алексеев В.П. Атлас субаквальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (ХМАО-Югра) / В.П. Алексеев. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 284 с.
12. Алехина С.В. Условия залегания неокомских отложений Баренцевоморского шельфа / С.В. Алехина // Геология нефти и газа. – 1991. – №2. – С. 9-15
13. Бардачевский В.Н. Строение региональных резервуаров ачимовского нефтегазоносного комплекса Гыданского полуострова / В.Н. Бардачевский // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2021. – Т.16. – №4. – С. 1-22
14. Бижу-Дюваль, Б. Седиментационная геология / Б. Бижу-Дюваль; пер. с англ. под ред. В. В. Волянской. – Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований, 2012. – 680 с.
15. Волков В.А. О глубинах баженовского и неокомского морей и механизме образования неокомских клиноформ / А.В. Волков // «Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа – Югры». – Ханты-Мансийский: Издательский Дом "ИздатНаукаСервис", 2012. – 370 с.
16. Геологическое строение и нефтегазоносность неокомского комплекса Ханты-мансийского автономного округа: атлас/ С.Л. Белоусов, Г.В. Береснева, Н.Н. Большакова [и др.] – Ханты-Мансийск: НАЦ РН, 2007. – 191 с.
17. Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири / А.А. Нежданов, В.А. Пономарев, Н.А. Туренков, С.А. Горбунов. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2000. – 247 с.
18. Геохимические критерии нефтегазоносности и условий формирования скоплений нефти и газа в мезозойских отложениях севера

Западно-Сибирской плиты / А.Э. Конторович, Л.И. Богородская, С.И. Голышев, О.Ф. Стасова // Труды СНИИГГиМСа. – 1980. – № 283. – С. 86-122.

19. Гурари Ф.Г. Строение и условия образования клиноформ неокомских отложений Западной Сибири (история становления представлений) / Ф.Г. Гурари. – СНИИГГиМС. – Новосибирск, 2003. – 140 с.

20. Ершов С.В. Палеобатиметрия позднеюрского-неокомского бассейна севера Западной Сибири и влияние на нее природных процессов / С.В. Ершов // Геология и геофизика. – 2016. – Т. 57. – №8. – С. 1548-1570

21. Ершов С.В. Проблемы выделения и корреляции стратотипических разрезов неокома Западной Сибири в связи с клиноформным строением / С.В. Ершов // Геология и геофизика. – 2017. – Т. 58. – № 8. – С. 1206-1219.

22. Закревский К. Е. Геологическое моделирование клиноформ неокома Западной Сибири / К.Е. Закревский, Н.В. Нассонова. – Тверь: ООО «Издательство ГЕРС», 2012. – 80 с.

23. Калинин В. Ачимовский резерв / В. Калинин // Сибирская нефть. – 2012. № – 8/95. – С. 52-56.

24. Карогодин Ю.Н. Системная модель стратиграфии нефтегазоносных бассейнов Евразии. В 2 т. Т.1: Мел Западной Сибири / Ю.Н. Карогодин; Ин-т нефтегазовой геологии и петрофизики им. А.А. Трофимука СО РАН; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2006. – 166 с.

25. Корочкина Н.С. Построение сейсмогеологической модели ачимовский толщи Верхнесалымского месторождения / Н.С. Корочкина // ПРОнефть. – 2017. – №1 – С. 28-31

26. Криницына З.В. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Криницына З.В., Видяев И.Г.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – С. 73

27. Кулахметов Н.Х. Особенности стратиграфии морских отложений неокома севера Западной Сибири по данным сейсморазведки и бурения / Н.Х. Кулахметов, В.М. Никитин, Г.С. Ясович // Сейсморазведка для литологии и стратиграфии. – Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1985. – С. 139-158

28. Лисицын А.П. Закономерности осадкообразования в областях быстрого и сверхбыстрого осадконакопления (лавинной седиментации) в связи с образованием нефти и газа в мировом океане / А.П. Лисицына // Геология и геофизика. – 2009. – Т.50. – №4. – С. 22-30

29. Мкртчян О.М. Сейсмогеологическое обоснование единой схемы корреляции продуктивных шельфовых пластов неокома Среднего Приобья / О.М. Мкртчян, Н.М. Белкин, В.А. Дегтев // Советская геология. – 1985. – №11. – С. 115-122.

30. Модель формирования и текстурные особенности пород ачимовского комплекса севера Западной Сибири: учебное пособие / В. Н. Бородкин, А. Р. Курчиков, А. В. Мельников, А. В. Храмцова. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 84 с.

31. Наумов А.Л. К методике реконструкции рельефа дна Западно-Сибирского раннемелового бассейна / А.Л. Наумов // Геология и геофизика. – 1977. – №10. – С. 38—47

32. Наумов А.Л. Новый тип литологических ловушек неокомских отложений Западной Сибири / А.Л. Наумов, Ф.З. Хазиков // Геология нефти и газа. – 1986. – №6. – С. 31-35

33. Ольнева Т.В. Компьютерное моделирование терригенной седиментации как новый инструмент прогноза архитектуры резервуаров УВ / Т.В. Ольнева, В.Ю. Овечкина, Е.А. Жуковская // ПРОнефть. – 2020. – №2. – С.12-17

34. Ольнева Т.В. Седиментационное моделирование в программном комплексе Petrel / Т.В. Ольнева, Е.А. Жуковская. – М.: Издательство МАИ, 2022. – 216 с.

35. Ольнева Т.В. Сейсмовидение геологических процессов и явлений: подводные конусы выноса / Т.В. Ольнева, В.Ю. Овечкина, В.В. Каранов // Геофизика. – 2015. №6. – С. 8-13
36. Ольнева Т.В. Сейсмофациальный анализ. Образы геологических процессов и явлений в сейсмическом изображении / Т.В. Ольнева. – М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2017. – 100 с.
37. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в меловом периоде / А.Э. Конторович, С.В. Ершов, В.А. Казаненков [и др.] // Литосфера. – 2010. – Т. 55. – №5-6. – С. 745-776
38. Полушина Е.С. Морфогенез и особенности формирования нижнемеловых отложений относительно глубоководных конусов выноса / Е.С. Полушина, Е.А. Жуковская // Сборник научных материалов. Экзолит-2019. Фациальный анализ: теория и практика. – М.: МАКСПРСС, 2019. – С. 53-54
39. Северное Приобье Западной Сибири. Геология и нефтегазоносность (системно-литмологический подход) / Ю.Н. Карогодин, В.А. Казаненков, С.А. Рыльков, С.В. Ершов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000. – 200 с.
40. Сынгаевскиц П.Е. Глубоководные конусы выноса и турбидиты. Модели, циклостратиграфия и применение расширенного комплекса ГИС / П.Е. Сынгаевскиц, С.Ф. Хафизов, В.В. Шиманский. – М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2015. – 480 с.
41. Тугарова М.А. Атлас типовых фаций / М.А. Тугарова, Е.А. Жуковская. – М.-карогоИжевск: Институт компьютерных исследований, 2019. – 142 с.
42. Фациальные модели ачимовской толщи Восточно-Уренгойского лицензионного участка как основа для оптимизации систем разведки и разработки / А.В. Храмцова, С.И. Пахомов, Н.Ю. Натчук [и др.]// Госресурсы. – 2020. – Т. 22. – №3. – С. 55-61

43. Черепяхина А.В. Верификация запасов Черкашинской свиты Приобского месторождения: выпускная квалификационная работа: спец. 21.04.01 Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ); науч. рук. Ткаченко М.А. – СПб., 2020. – 68 с.
44. Шадрин А.Н. К вопросу и генезисе клиноциклитов / А.Н. Шадрин, А.Н. Страхов // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Т. 1. – Томск, 2000. – С. 69-170.
45. Шелепов В.В. Геолого-геофизические основы поисков, разведки и разработки залежей углеводородов в нижнемеловой покровно-клиноформной формации Западной Сибири (на примере Когалымского региона) / В.В. Шепелев. – Пермь: Пермский госуниверситет, 2000. – 187 с.
46. Шлезингер А.Е. Сейсмостратиграфия в познании геологии земли / А.Е. Шлезингер, А.В. Хортов. – М.: Научный мир, 2020. – 166 с.
47. Эвстатические сигналы в юрских и меловых (неокомских) отложениях Западно-Сибирского осадочного бассейна / В.А. Захаров, Б.Н. Шурыгин, М.А. Левчук [и др.] // Геология и геофизика. – 1998. – Т. 39. – №11. – С. 1492-1504
48. Эрвье М.Ю. Дельтовая отложения на Нижневартовском своде / М.Ю. Эрвье // Нефтегазовая геология и геофизика. – 1974. – №11. – С. 25-28
49. Bouma A.H. Sedimentology of some Flisch Deposits: A graphic approach to facies interpretation / A. H. Bouma. – Amsterdam, Elsevier, 1962
50. Catuneanu, O. The standartization of sequence stratigraphy / O. Catuneanu, V. Abreu, J.P. Bhattacharya [at ol.] // Earth-Science Reviews. – 2009. – V. 92. – P. 1-33.
51. Catuneanu. O. Principles of sequence stratigraphy / O. Catuneanu. – Amsterdam: Department of Earth and Atmospheric Sciences University of Alberta, 2006. – 375 p.

52. Galloway, W.E. Genetic stratigraphic sequences in basin analysis I: architecture and genesis of flooding-surface bounded depositional units / W.E. Galloway. – AAPG Bull, 1989. – 125-142 p

53. Gressly, A. Observation geologiques Sur Le Jura Soleurois / A. Gressly. – N. Denkschr. Alg. Schweiz. Ges. Naturf., Bd2, 1838. Bd14, 1840. Bd5, 1841. – 349 p.

54. Huuse M. Late Cenozoic paleogeography of the eastern North Sea Basin: climatic vs tectonic forcing of basin margin uplift and deltaic progradation / M. Huuse // Bull. Geol. Denmark, Copenhagen. – 2002. – V. 49. – P. 145-170

55. Laursen G.V. Foraminiferal and seismic interpretation of the paleoenvironment of a profile in the North Sea / G.V. Laursen, P.B. Konradi, T. Bidstrup // Bull. Geol. Soc. France. – 1997. – V. 168. – P. 187-196

56. Pemberton, S.G. Ichnology and sedimentology of shallow to marginal systems: Short Course Volume 15 / S.G. Pemberton, M. Spila, A.J. Pulham [at ol.]. – Canada: Geological Association of Canada, 2001. – 343 p.

57. Plint A. G. The falling stage systems tract: recognition and importance in sequence stratigraphic analysis. In Sedimentary Response to Forced Regression (D. Hunt and R. L. Gawthorpe, Eds.) / A.G. Plint, D. Nummedal // Geological Society of London Special Publication. – 2000. – №172. – P. 1-17

58. Posamentier H.W. Eustatic controls on clastic deposition II – sequence and systems tract models / H.W. Posamentier, P.R. Vail // The society of economic Paleontologist and Mineralogist, Sea-Level Changes – An integrated Approach. SEPM Special Publication №42, 1988

59. Vail P.R. The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentology — an overview / P.R. Vail, F. Audemard, S.A. Bowman [at ol.] Eds. G. Einsele, W. Ricken, A. Seilacher // Cycles and events in stratigraphy. New York, Springer-Verlag, 1991, p. 617-659.

60. Van Wagoner J.C. Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy. Part 2: Key definitions of sequence stratigraphy / J.C. Van Wagoner,

R.M. Mitchum, H.W. Posamentier, P.R. Vail Ed. A.W. Bally // Atlas of seismic stratigraphy. AAPG Studies Geol., 1987. – V. 1. – № 27. – P. 11-14.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### 1 PROBLEMS OF STUDYING THE CLINOFORM STRUCTURE OF NEOCOMIAN DEPOSITS

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ11	Никонова Карина Станиславовна		

Консультант школы отделения ИШПР, ОНД:

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

Консультант – лингвист отделения ИШПР, ОИД:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Болсуновская Л.М.	к.ф.н		

The Lower Cretaceous deposits from Berriasian Stage to Aptian Stage refer to the Neocomian oil-and-gas-bearing complex. The complex is divided into complicated and benign parts: the benign part was formed in continental and subcontinental sedimentation conditions; the complicated part of the Neocomian is represented by the clinoform structure of permeable layers with clay deposits mainly of marine sedimentation. The complex is characterized by a decrease up the section in the clayey rocks of marine sedimentogenesis and an increase in sediments of transitional and continental sedimentation conditions.

According to the regional stratigraphic scheme of the Neocomian, approved by the Interdepartmental Stratigraphic Committee in 1991, the Achimov deposits are of one age and were formed in the Berriasian-Valanginian time, while the shelf overlying deposits are rejuvenated in the western direction (Figure 1.1).

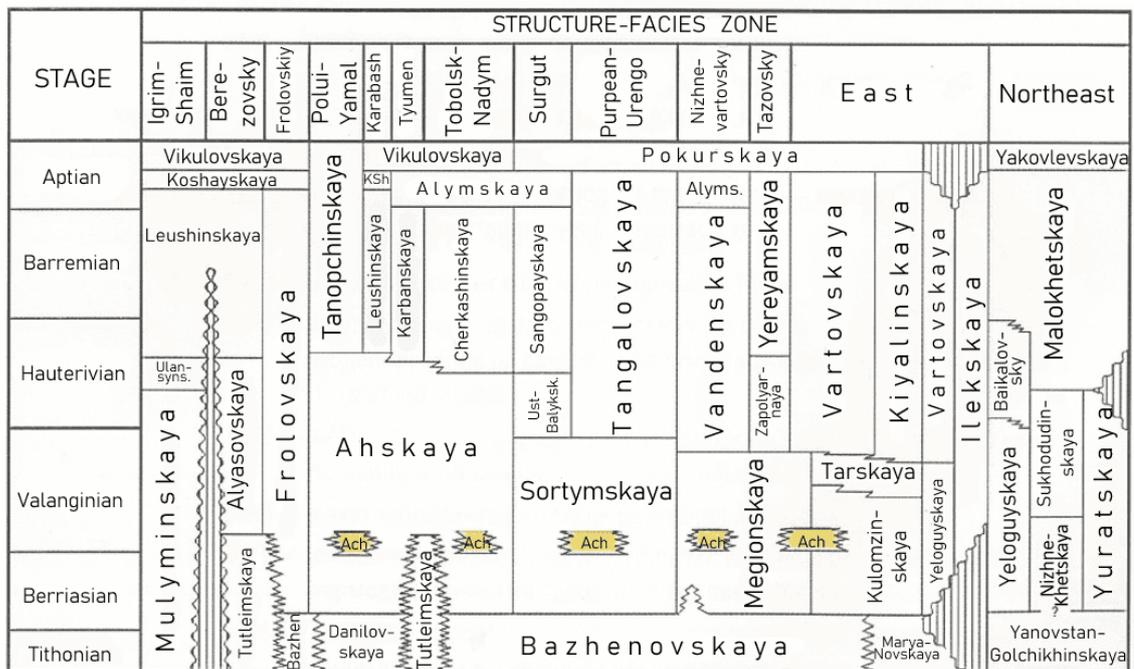


Figure 1.1 – The scheme of the neocomian suit layering in the oil and gas-bearing regions of Western Siberia (according to the 1991 regional stratigraphic scheme)

The achimov deposits are represented by sandstone and siltstone terrigenous rocks, formed in the foot part of the Neocomian clinoform complex.

Coevality of the achimov sequence according to the regional stratigraphic scheme of 1991 raised a big question and contradictions to the cliform structure of the Lower Cretaceous, because according to this model, the achimov deposits, similarly to the overlying strata, should rejuvenate in the western direction from Berrias to Goteriv. Nezhdanov A.A. in 2000 compiled the most correct and conformable with the clinophoric structure stratigraphic scheme of the Neocom of Western Siberia (Figure 1.2.) In this scheme, the achimov deposits are synchronous with the overlying strata and rejuvenate from east to west.

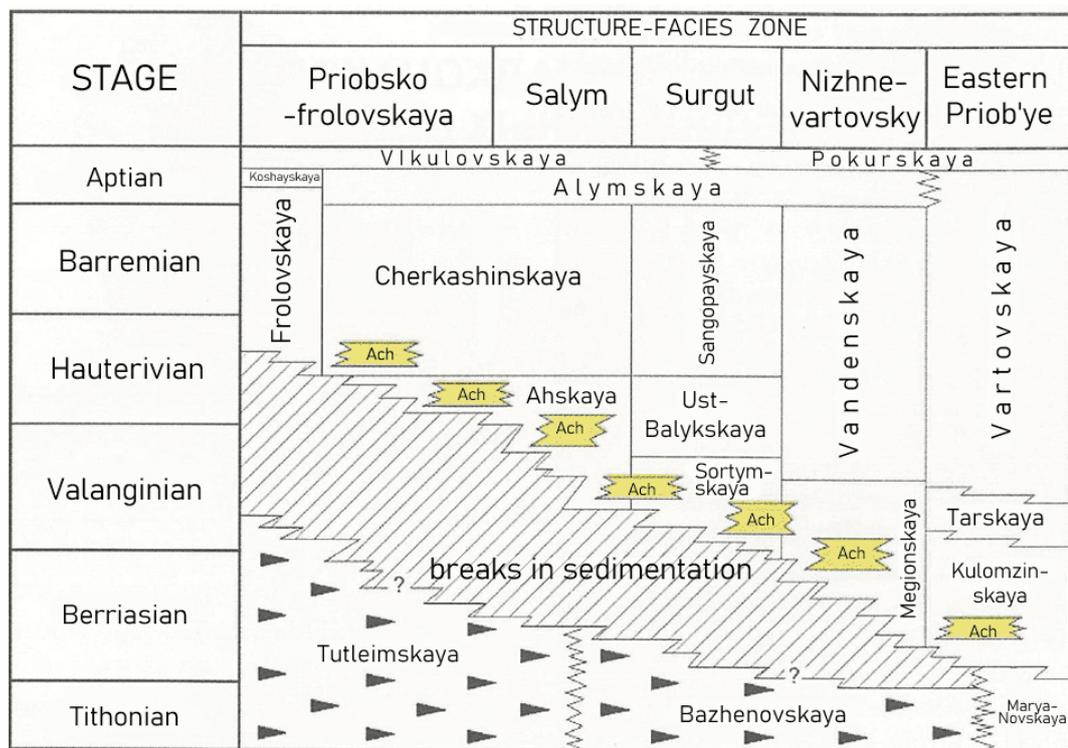


Figure 1.2 – Fragment of the regional stratigraphic scheme of the Neocomian Latitudinal Ob region (A.A. Nezhdanov, 2000) taking into account the cliniform model of the structure

To date, structural and lithological traps of Neocomian cliniform deposits are potential objects of growth of hydrocarbon reserves on the territory of the West Siberian oil and gas bearing province. By themselves, the cliniforms of Western Siberia appear to be striate bodies (megalinses) migrating from the southeast, east to west and filling the uncompensated sedimentary basin by lateral buildup in the Early

Cretaceous. Most geologists recognize the clinoform structure of the Lower Cretaceous deposits, but in the issue of the conditions for the complex formation, there are different points of view.

The alternation of sandy and clay clinoforms in time and space indicate a cyclical asymmetric lateral filling of the uncompensated sedimentation basin of the Lower Cretaceous. During one cycle, sediments accumulated and formed a group of layers, forming one clinoform.

An impressive review and analysis of more than 200 scientific publications devoted to the study of the clinoform model of the structure of Neocomian deposits in Western Siberia territory is presented in the monograph by F.G. Gurari. The author touched upon publications issued in Russia in 1965-2000. And despite the long history of studying the structure and conditions of Neocomial sedimentation, currently there are controversial issues (paleogeography, the influence of tectonics, etc.) (Gurari F.G., 2003).

According to popular beliefs, clinoforms are sedimentation bodies of a transgressive–regressive orientation. There is an opinion that the Lower Cretaceous sediments are represented by a cyclically formed thickness of filling the continental slope relative to a deep-water basin with a depth of about 600-800 m and more (Figure 1.3).

Up to 20 regional clinoforms of Berriasian-Goterivian age are distinguished in the Neocomian by various researchers, the formation time ranges from 0.4 to 1.3 million years. According to the hierarchical model of the sedimentary strata of P. Vail (Vail et al., 1991), they are sequences of the third order. Currently, sequence stratigraphy identifies and uses three models of sequences: Depositional Sequence II, Depositional Sequence III and Depositional Sequence IV (Catuneanu, 2006). The key difference between the Lower Cretaceous sequences of Western Siberia from the vast majority of described and mentioned in scientific publications and literature is that the Achimov sequence is part of the Highstand Systems tract HST (Figure

1.4). The Achimov sequence is the formation of drift cones and were formed during precipitation progradation simultaneously with the shallow-water cover layers.

Lowstand Systems tracts LST are distinguished in a small part of the section of the clinofolds of Western Siberia. At the very beginning of the rise in relative sea level, sedimentation was as yet regressive, but the rate of progradation decreased over time, and the aggradation component increased (Figure 1.5). Previously, such a part of the section referred to the system paths of the shelf margins (SMST — shelf-margin systems tract). Currently, SMST are not found, they are transferred to the rank of LST. This situation is described by the Depositional Sequence III model.

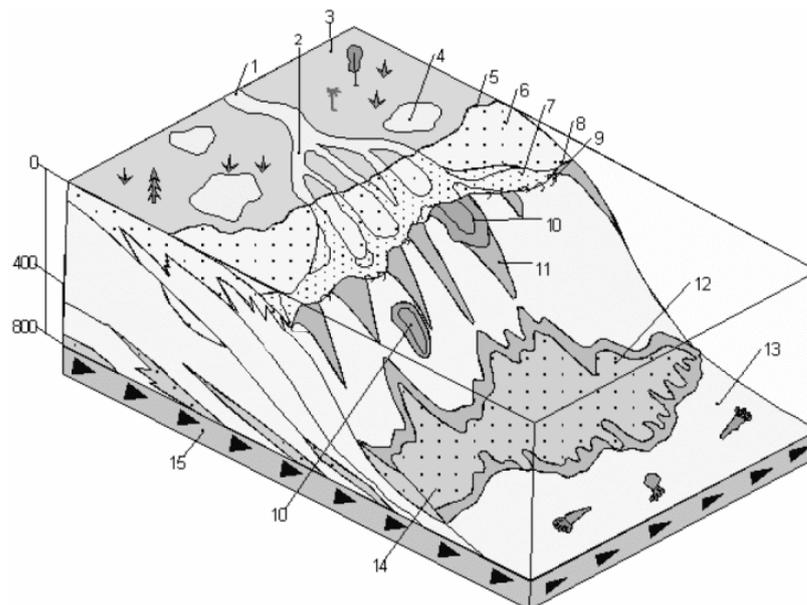


Figure 1.3 – Paleogeomorphological formation scheme of the Achimov deposits of Western Siberia (V. N. Borodkin, 2011)

1 – river; 2 – river delta; 3 – delta plain; 4 – seaside lake; 5 – coastline; 6 – coastal plain; 7 – longshore bars; 8 – flat flush; 9 – sheet flood; 10, 11 – submarine supply channels; 12 – sandy-silt basin floor fans; 13 – distal hemipelagic muds; 14 – achimov deposits; 15 – deep-water clay-bituminous deposits (Bazhenov Formation J3v-K1b)

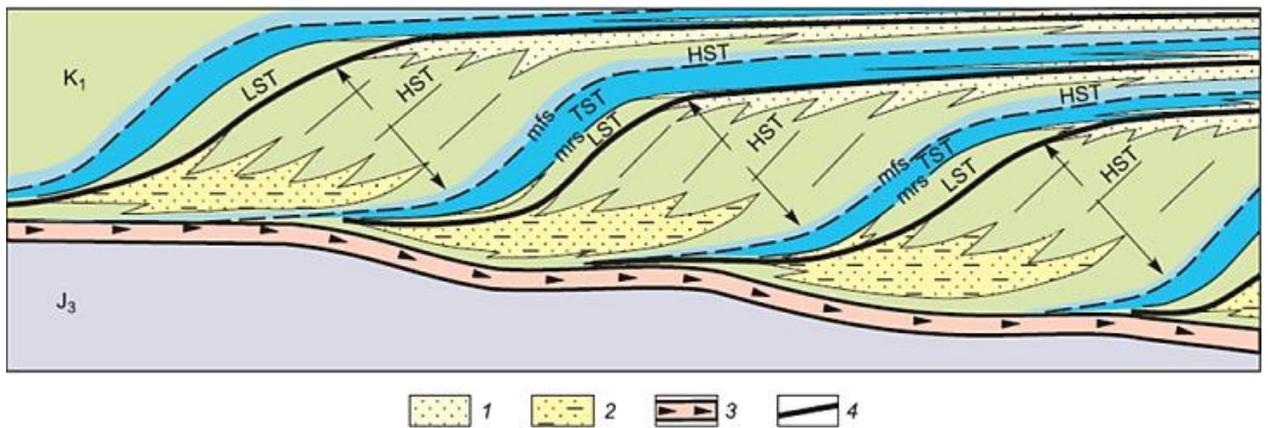


Figure 1.4 – Sequence-stratigraphic model of the Neocomian structure of Western Siberia (S.V. Ershov, 2017)

1 – coastal plain sand beds; 2 – sandy-aleuritic distal beds; 3 – high-carbon mudstones of the Bazhenov formation; 4 – boundaries of lower cretaceous sequences of range III. HST – highstand systems tract, TST – transgressive systems tract, LST – lowstand systems tract, mfs – maximum flooding surface, mrs – maximum regressive surface.

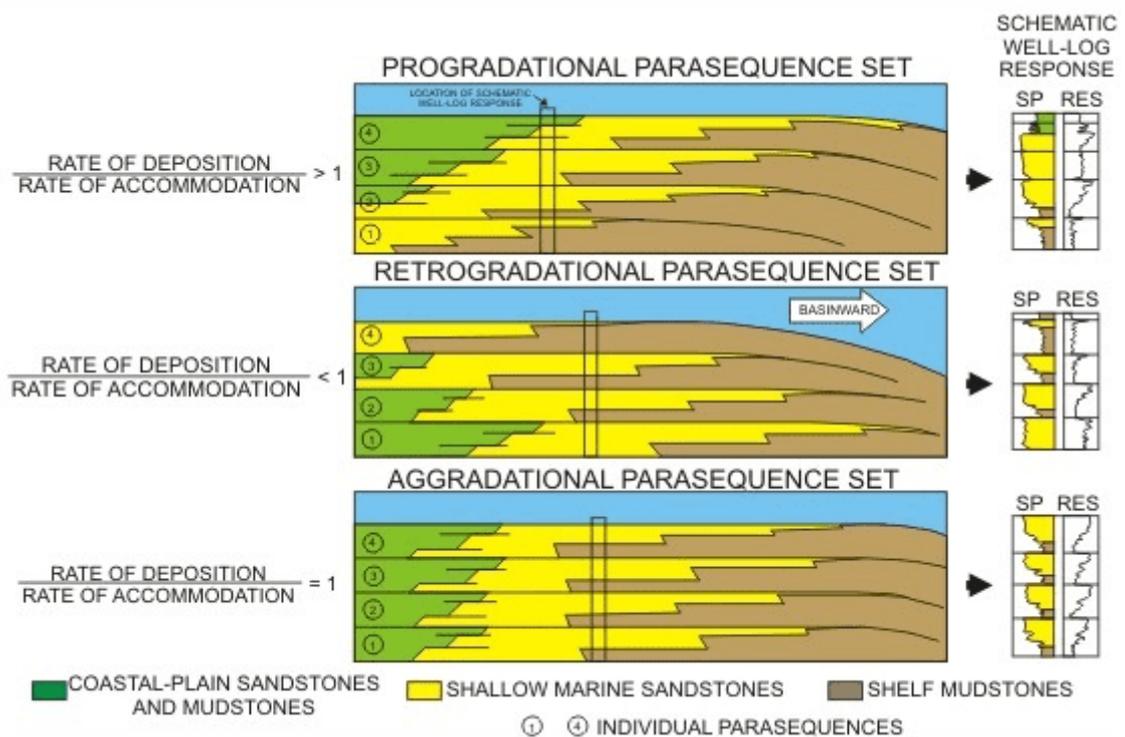


Figure 1.5 – Schematic illustration showing four parasequences stacked to form parasequence sets, and their well log characteristics (Van Wagoner et al. ,1987)

On the question of the deepness of the Lower Cretaceous basin, V.A. Volkov in his article raises the question of the correctness of the use of the terminology «shelf edge», «avalanche sedimentation», «(relatively) deep-sea facies», etc., introduced by A.P. Lisitsyn when describing the clinoform structure of Neocomian deposits. This terminology is applicable to describe and distinguish the conditions of sedimentation of the shelf (undaform), the *continental slope* (orthoform) and the foot of the slope (fondoform) (Figure 1.6) (Volkov V.A., 2012, Lisitsyn A.P., 2009).

*Continental slope* is the transitional boundary between the continent (continental platform) and the ocean (oceanic platform). The author gives an example of the angles of inclination and depth of the foot of the continental slope of modern oceans, which are reached from 4° to 20° at depths of 4-5 km, but the Neocomian deposits are limited to other sedimentation conditions. The formation of the Lower Cretaceous clinoforms took place in a shallow basin of about 100 m, reaching 250 m in the backland of the West Siberian Plate.

At the same time, the author of the article states that the angles of inclination of the stratigraphic boundaries do not exceed 1°, the relative constancy of the thicknesses of the clinoforms indicates the relative constancy of the depth of the basin, which is numerically equal or slightly exceeds the thickness of the clinoform and fondoform parts of each clinoform (Figure 1.6). According to the classification of A.P. Lisitsyn, the author of the term "avalanche sedimentation", such conditions include areas of rapid (10-100 cm/1000 years) and ultrafast (>1000) sedimentation, that is why, the sedimentation rate of Neocomian sediments not exceeding 2-5 cm in 1000 years cannot be classified as avalanche (Lisitsyn A.P., 2009). Sedimentation processes in the Neocomian basin of Western Siberia (at least in the Latitudinal Ob region) can be considered accelerated, but no more.

F. G. Gurari in his monograph also does not assume that the formation of clinoforms is limited to the continent-ocean boundary (Gurari F.G., 2003). The West Siberian basin in the Jurassic and Cretaceous periods belonged to the shelf, the epicontinental marginal sea, which existed on the territory of the young West

Siberian platform. There was no continent-ocean boundary inside the basin. The author also does not allow a large lateral migration of the continent-ocean boundary for the formation of achimov deposits at the foot of the continental slope.

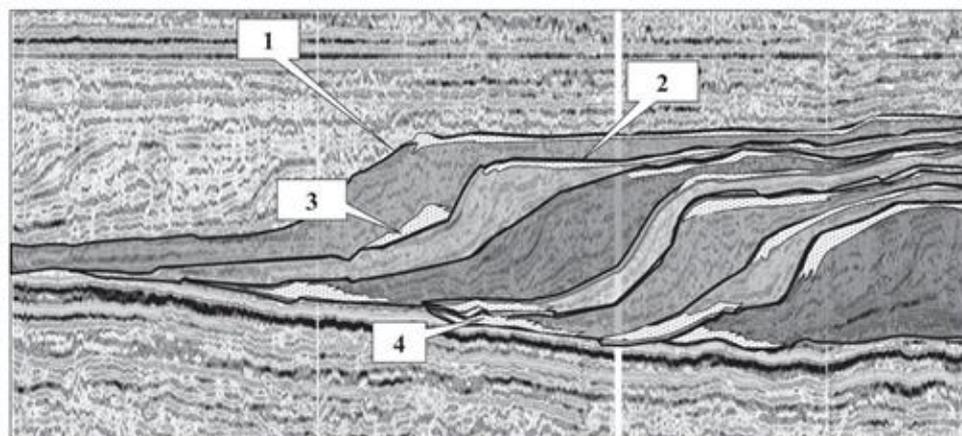


Figure 1.6 – Model of the clinoform structure and sand bodies position  
(K. E. Zakrevskii, 2012)

1 – shelf break; 2 – undeform shelf sandstones; 3 – slope clinoform sandstones; 4 – fundoform bottom fan sandstones at the base of clinoforms

However, similarly to the theory of deep-sea genesis the theory of the formation of clinoforms by coastal deltas is rejected, arguing that the authors M.Yu. Ervie, N.H. Kulakhmetov, V. V. Shelepov and many others do not take into account the remoteness of the described areas from the ancient coastline for hundreds of kilometers (Ervie M. Yu., 1974, Kulakhmetov N.H. et al. 1985, Shelepov V.V., 2000). Under the "shelf", other geologists consider a delta platform, distinguish a slope, a delta front, an underwater cone of removal and an extension. An example is the Priobskoye deposit, geographically located near the axis of the paleobasin at a big distance from the proposed coastline for 900-1000 km. In the monograph by Yu.N. Karogodin and the authors, the presence of ammonite and buchida residues in the core of Neocomian deposits along the sublatitudinal profile was noted and shown, which is interpreted as conditions of marine genesis with normal salinity, which also excludes the delta complex (Karogodin Yu. N., 2006).

Thus, summarizing, it can be assumed that the Lower Cretaceous deposits were formed as a result of the shallow sea coast progradation due to the redistribution of terrigenous material by wave processes supplied by powerful delta systems from the East Siberian Plate and the Altai-Sayan folded region.

Ambiguity is present in the causes of formation, in the 2000s the dominant role was assigned to eustasia - the global fluctuation of sea level. Interlayering of permeable sand-siltstone strata with clay deposits is connected with regression and transgression of the sea, respectively. An open question is what causes such frequent changing in sea level, taking into account that the West Siberian Basin, according to the above, is a marginal shelf sea, fluctuations in its level should be synchronous with fluctuations in the levels of planetary oceans. According to F.G. Gurari the level of the oceans and hydrodynamically connected seas in the Cretaceous period systematically rose without abrupt jumps (Gurari F.G., 2003).

F.G. Gurari (2000) determined the key role of climate in clinoform formation. Catastrophic climatic processes in the form of typhoons, storms, monsoon rains are connected with the change of climate from arid hot arid to humid with large amounts of precipitation. Climatic fluctuations served to increase the drift from the feeding area and vibrational filling of the uncompensated basin with terrigenous material.

In a humid, i.e., humid and warm climate close to subtropical, huge volumes of terrigenous material accumulated on land for about several decades and then, under the influence of some geological processes (seismic activity near land), were transported through the river channel first to deltas and avandelts, crossing the shelf, moved even deeper filling the uncompensated basin. With the differentiation of the tractional material over time and a decrease in the flow rate, the coarse-grained heavy particles settle first, therefore, the deposits of the shelf edge (undaforms) and the soles of the clinoform (fondofoms) have the best filtration-capacitance properties for this reason (Figure 1.7). According to F.G. Gurari, the roles of eustatics and epeirogeny did not play the key roles in the formation of the clinoform complex (Gurari F.G., 2003). Precipitation accumulations are formed due to seismic impacts

and subsequent typhoon and heavy downpours. A huge volume of terrigenous material is transported due to the influence of temporary waters, forming such catastrophic natural phenomena as landslides, landslides, coastal collapses, then the entire mobilized mass of sediment with the help of already permanent waters in the form of rivers transfers the material to the sedimentation basin. The flow of terrigenous material was not constant, rather it was characterized by pulsating flow, influx of material, then the absence of active sedimentation and the accumulation of fine-grained material in the roof of the clinoform, which explains the layering of permeable and impermeable layers.

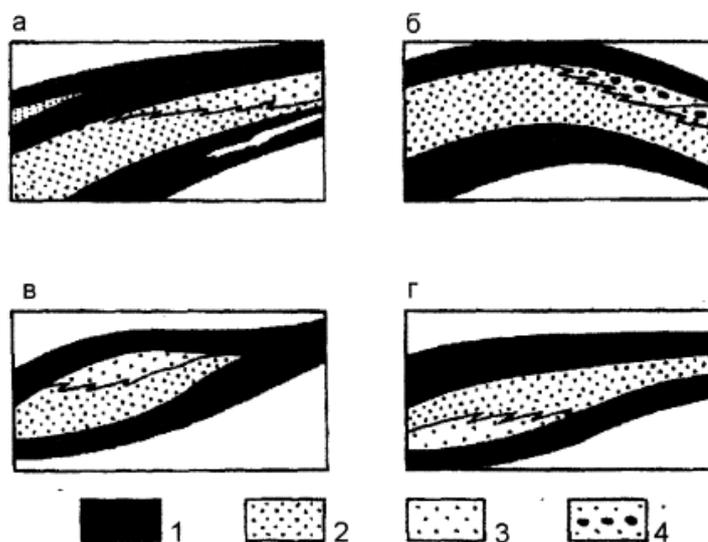


Figure 1.7 – Types of formation objects of the Neocomian section  
(Pavlova et al., 1993)

a, b – shelf, c – proximal, d – distal; 1 - clays, 2 - mudstones; 3 - sandstones; 4 - oil-saturated rocks

The study of the Neocomian deposits of Western Siberia dates from 60s, and since the presentation of the Lower Cretaceous deposits as clinoforms, proposed by A.L. Naumov in 1977, more than 45 years passed, but there is still no clear agreement on the causes and conditions of sedimentation among researchers (Naumov A.L., 1977). Many geologists agree on the cross-bedded model of the Lower Cretaceous, but even here there is an opinion about their horizontal bedding,

and the oblique reflecting boundaries of the interference of waves are inconsistencies, stresses arising during the formation of fractured-discontinuous zones, tectonic disturbances, etc.

Summarizing all of the abovesaid, the main discussions of the problems of studying the Lower Cretaceous are in the model of the clinofolds formation. Some researchers promote the idea of the key importance of delta processes, others marine, basin processes. In addition, there are still questions of importance in the formation of Neocomian deposits of eustatics, tectonics or climate. Which deposits are called foot deposits – sandy or clay, and which, respectively, roofing deposits. Understanding the processes of formation of Lower Cretaceous sediments is the most topical question and for its correct study it becomes necessary to determine the architecture of natural reservoirs of Neocomian sediments on the territory of the West Siberian oil and gas bearing province.

Due to the fact that this material is closely intertwined with the research of Russian scientists, the Russian authors works were used in the text.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ПАРАМЕТРЫ МОДЕЛИ	ДИАПАЗОН ЗНАЧЕНИЙ	ВЛИЯНИЕ	КОНТРОЛЬ
Кoeffициент диффузии (diffusion coefficient)	Нет пределов	Время заполнения бассейна седиментации	Площадь бассейна и форма осадочных тел
Кoeffициент эрозии (erodibility coefficient)	[0...1]	Степень денудации обломочного материала	Гидродинамическая обстановка седиментации
Параметр переноса (transport coefficient)	[0,01...1]	Дальность переноса комплекса	Размер осадочных тел
Кoeffициент мобильности (transportability)	[0,8...6,4]	Подвижность определенного литотипа	Размер переносимого обломочного материала

Рисунок 4.16 – Параметры моделирования (Составила: Никонова К.С., 2023)

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

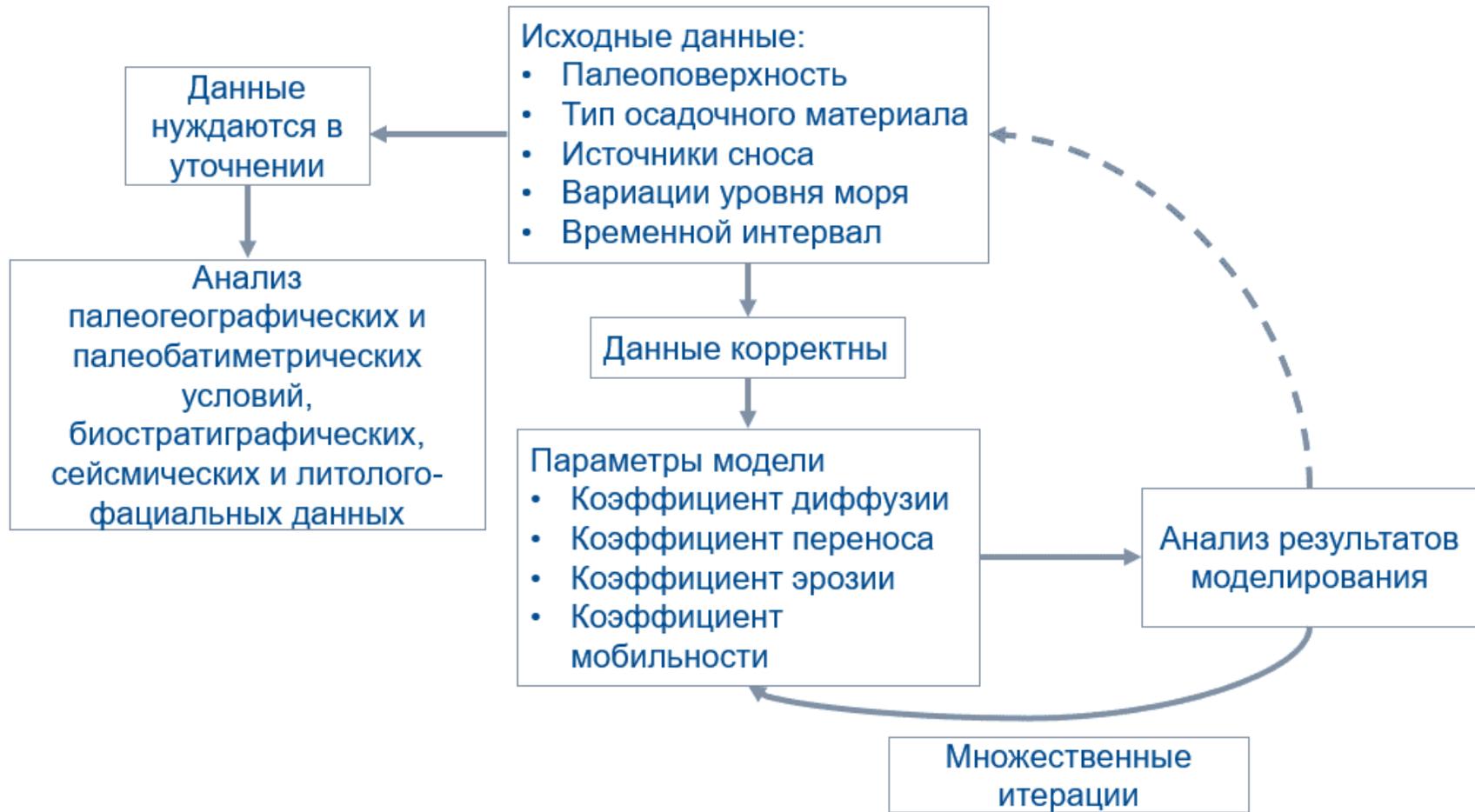


Рисунок 4.17 – Блок-схема моделирования в GPM (Составила: Никонова К.С., 2023)