

БОНДАРЕВА ЛИАНА ИЛЬЯСОВНА

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ, СОХРАННОСТИ ЛОВУШЕК УГЛЕВОДОРОДОВ И  
ПРОГНОЗ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ ПРЕДУРАЛЬСКОГО  
ПРОГИБА И ЗАПАДНО-УРАЛЬСКОЙ ВНЕШНЕЙ ЗОНЫ СКЛАДЧАТОСТИ**

Специальность 1.6.11 – Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых  
месторождений

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Работа выполнена на кафедре поисков и разведки нефти и газа Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» и в лаборатории нефтегазовой геофлюидодинамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем нефти и газа Российской академии наук.

**Научный руководитель:**

**Осипов Александр Викторович**, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, декан нефтегазового факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», г. Москва

**Официальные оппоненты:**

**Смирнов Олег Аркадьевич**, доктор геолого-минералогических наук, главный геолог Общества с ограниченной ответственностью «ИНГЕОСЕРВИС», г. Тюмень

**Маракова Инна Андреевна**, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, доцент кафедры поисков и разведки месторождений полезных ископаемых нефтегазового факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа

Защита состоится 18 декабря 2025 г. в 15:00 часов на заседании диссертационного совета 24.1.100.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт проблем нефти и газа Российской академии наук (ИПНГ РАН) по адресу: 119333, г. Москва, ул. Губкина д.3, аудитория 703.

С диссертацией можно ознакомиться у ученого секретаря диссертационного совета 24.1.100.01 при ИПНГ РАН и на сайте: <https://www.ipng.ru/upload/iblock/350/t5ymv3bn9ytr9hwqdu6u1uf3gynvqmd2.pdf>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат геолого-минералогических наук

Кишанков А.В.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Объектом диссертационного исследования являются взбросо-надвиговые структуры и парагенетически связанные с ними пликативные дислокации палеозоя, расположенные в зоне сочленения Предуральского краевого прогиба и Западно-Уральской внешней зоны складчатости. Для складчатой зоны Урала используют и другие наименования: Передовые складки Урала, Западно-Уральская складчато-надвиговая зона, шарьяжно-надвиговые дислокации Урала, покровно-складчатый пояс Урала и Предуралья, которые также используются в настоящей работе.

Предуральский прогиб известен как тектоническая структура с высоким нефтегазовым потенциалом. Во многих пробуренных скважинах поднадвиговых комплексов Предуралья отмечены многочисленные нефтегазопроявления, что может указывать на возможность наличия здесь промышленных скоплений нефти и газа. Западно-Уральская внешняя зона складчатости – одна из перспективных территорий для поисков скоплений углеводородов (УВ) в связи с близким расположением от нефтегазоносных территорий Предуральской субпровинции и их общей историей формирования. В пределах складчато-надвиговых зон Западного Урала установлены месторождения УВ-сырья, в том числе крупное месторождение газоконденсата Вуктыльское, газовые месторождения Курьинское, Романьельское, нефтяное Гежское и др.

Несмотря на немногочисленные открытия при высокой региональной геологической изученности, структуры, расположенные в зоне складчато-надвиговых дислокаций, являются перспективными объектами в нефтегазовом отношении. При исследовании складчато-надвиговых зон сдерживающим фактором успешности поисковых работ является несоответствие структурных поверхностей верхней (аллохтонной) и нижележащей (автохтонной) частей разреза. Также сдерживающее влияние оказывает низкое качество имеющегося сейсмического материала.

В настоящее время современный прогресс в области технологий геологического моделирования, включая те, что применяются к складчато-надвиговым зонам, открывает возможности для изучения и уточнения процессов, лежащих в основе формирования структур взбросо-надвигового типа. На основе структурно-кинематического моделирования возможно разработать концептуальную геологическую модель формирования и строения складчато-надвиговых зон, а с помощью бассейнового моделирования прогнозировать нефтегазоносность изучаемых объектов. Для этого необходимо детально изучить аллохтонные формы, соотношение структурных планов по площади и во времени, развитие разрывных нарушений, провести геометризацию осадочных бассейнов, сделать палеотектонические (палинспатические) реконструкции сложных геологических объектов, какими являются взбросо-надвиговые и

парагенетически связанные с ними структуры зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала. Это позволит спрогнозировать и оценить новые объекты для поиска УВ.

В связи с вышеизложенным определение условий формирования скоплений нефти и газа и поиск перспективных объектов в пределах зоны сочленения Предуральского прогиба и Западно-Уральской внешней зоны складчатости является актуальной проблемой. Ее решение позволяет внести вклад в создание единой целостной картины геодинамического развития рассматриваемого региона и палеозойского Урала (уралид), а также способствовать расширению возможностей локализации скоплений УВ-сырья в ловушках, приуроченных к пликативным и дизъюнктивным нарушениям взбросо-надвигового типа в Предуралье.

**Степень разработанности темы.** Существенный вклад в изучении структурно-тектонических особенностей складчато-надвиговых зон и нефтегазоносности данного региона внесли А.Д. Архангельский, М.Д. Белонин, В.М. Горожанин, Э.Гофман, И.М. Губкин, А. Гумбольдт, К.Г. Войновский-Кригер, Е.Е. Захаров, Л.П. Зоненштайн, С.Н. Иванов, Ю.В. Казанцев, Т.Т. Казанцева, М.А. Камалетдинов, А.П. Карпинский, Н.В. Короновский, Н.Б. Кузнецов, М.И. Кузьмин, М.Г. Ломизе, А.В. Маслов, Р. Мурчисон, Е.Е. Милановский, Д.В. Наливкин, А.М. Плюснин, А.С. Перфильев, О.М. Прищепа, В.Н. Пучков, М.А. Семихатов, К.О. Соборнов, Б.С. и Б.А. Соколовы, А.В. Ступакова, Н.И. Тимонин, Г.Н. Фредерикс, А.А. Трофимук, В.Е. Хайн, Н.П. Херасков, Б.И. Чувашев, Н.С. Шатский, Г.Е. Щуровский, В.В. Юдин и многие другие. Однако, несмотря на большое количество исследований, решение вопросов о поисках новых скоплений УВ в Предуралье с использованием современных фактических материалов и применением новых технологий является важным и актуальным, что и обусловило выбор данной темы диссертационного исследования.

**Цель работы.** Прогноз скоплений УВ в ловушках, приуроченных к пликативным и дизъюнктивным дислокациям взбросо-надвигового типа в зоне сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала на основе результатов комплексного анализа геолого-геофизических и геохимических исследований, структурно-кинематического и бассейнового моделирования.

**Основные задачи:**

1. Определить литолого-фациальные, структурно-тектонические особенности зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала.
2. Провести структурно-кинематическое моделирование для изучения тектонической эволюции взбросо-надвиговых и парагенетически связанных с ними структур, а также особенностей условий формирования современной морфоструктуры палеозойских комплексов

путем построения сбалансированных разрезов.

3. Изучить и типизировать ловушки УВ в Предуралье, определить условия, время и механизм их формирования на основе анализа палинспатических реконструкций.

4. Выделить суббассейны и УВ-системы. Определить их особенности и характеристики на основе бассейнового анализа и анализа элементов УВ-систем.

5. Провести бассейновое моделирование для определения наличия благоприятных условий процессов генерации, миграции, аккумуляции, консервации и сохранности УВ в ловушках, приуроченных к пликативным и дизъюнктивным нарушениям взбросо-надвигового и поднадвигового типа в Предуралье.

6. Определить перспективы поисков скоплений УВ в складчато-надвиговой зоне Предуралья, ранжировать перспективные объекты и дать рекомендации для дальнейших геологоразведочных работ (ГРР).

#### **Научная новизна:**

Уточнены особенности тектонического строения и геодинамическая эволюция зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала, а также условия, время и механизм формирования складчато-надвиговых зон, проведена типизация ловушек УВ и разрывных нарушений в Предуралье на основе структурно-кинематического моделирования.

Уточнены границы и особенности геодинамической эволюции суббассейнов, характеристики УВ-систем в пределах зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала на основе обобщения геолого-геофизического материала и бассейнового анализа.

Созданы модели УВ-систем по всем трем сегментам зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала, при этом для южного сегмента Предуралья с учетом геохимических параметров, впервые массово изученных в регионе нефтегазоматеринских толщ (НГМТ) силурийского возраста.

Построены литолого-фациальная схема распространения силурийских НГМТ южного Предуралья, схемы катагенетической эволюции НГМТ, схемы генерационно-аккумуляционных углеводородных систем (ГАУС) по всем трем сегментам Предуралья на основе обобщения геолого-геофизических и геохимических исследований, структурно-кинематического и бассейнового моделирования.

Построены графики геологических событий, на основании которых был проведён сравнительный анализ основных элементов, процессов УВ-систем и геологических событий в южной, средней и северной частях Предуралья.

Уточнена концептуальная модель формирования нефтегазоносности зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала. Уточнены и охарактеризованы зоны нефтегазонакопления (ЗНГН) по всему Предуралью, оценены геологические риски в пределах

каждой ЗНГН.

### **Теоретическая и практическая значимость**

Определены условия формирования, размещения ловушек нефти и газа и углеводородных систем в пределах изучаемых суббассейнов.

Выполнен прогноз нефтегазоносности в ловушках, приуроченных к пликативным дислокациям и дизъюнктивным нарушениям взбросо-надвигового типа в зоне сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала.

Показано, что взбросо-надвиговые и парагенетически связанные с ними структуры благоприятны для формирования залежей УВ. Выявлены и ранжированы наиболее перспективные объекты для поисков скоплений УВ в зоне сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала. Разработаны рекомендации по приоритетным направлениям ГРП на изучаемой территории.

### **Методы исследования:**

– Создание геолого-геофизической базы данных в программном комплексе (ПК) «Qgis» компании OSGeo на основании сбора, систематизации, анализа и обобщения региональных геологических и геофизических материалов.

– Анализ геохимических параметров НГМТ южного Предуралья, полученных по результатам пиролитических исследований методом Rock-Eval 6 компании VINCI Technologies.

– Палеотектонические (палинспатические) реконструкции, включая балансировку разрезов, реализованные с помощью технологии структурно-кинематического моделирования в ПК «Dynel» компании Schlumberger и в ПК «Move» компании Midland Valley.

– Моделирование УВ-систем, реализованное с помощью технологии бассейнового моделирования в ПК «PetroMod» компании Schlumberger.

**Фактический материал.** При выполнении диссертационной работы были использованы геолого-геофизические материалы: структурно-тектонические схемы и карты, элементы тектоноседиментационной модели Волго-Уральской карбонатной платформы и Западно-Уральской зоны складчатости (Оренбургская область), геологические карты бассейна рр. Косьвы, Усьвы, Вижая, Койвы и Иса, листов О-40-XVI, Q-41-I,II, Q-41-III, типовые литолого-стратиграфические разрезы и колонки, геотермические карты и карты тепловых потоков (Атлас «ГИН РАН»; «МЦД по ФТЗ»), палеогеографические и литолого-фациальные карты («ТП НИЦ», 2000; «ОНАКО», 1997 и др.), структурные и палеоструктурные карты, схемы мощностей отложений, схемы очагов нефтегазогенерации и ЗНГН, схемы зонирования по степени катаненеза и плотности органического вещества (ОВ), карты нефтегазоносности (Атлас «ВНИГНИ», 2009, 2015, 2023), сейсмогеологические профильные разрезы №310506-07 в

интерпретации Офмана И.П., №26252001-02 ШП в интерпретации Дроздова В.В., №510507-08 в интерпретации Пятаевой Л.А., №Б-01 в интерпретации Камалетдинова М.А., Красновишерск-Североуральск в интерпретации Попова А.Г., №2089204 РС, №129021 в интерпретации Горшкова А.С., №15-РС в интерпретации Макаревича В.Н., замеры пластовых температур в 29 скважинах, замеры пластовых давлений в 27 скважинах, рассчитанные палеотемпературы в скв. Уразбаевская 11, замеры отражательной способности витринита ( $R^0$ ) по 37 скважинам, в обнажениях карьера г. Кувандык, р. Воркута, ш. Воркутинская, руч. Дэршор, температуры максимального выхода УВ в процессе крекинга керогена ( $T_{max}$ ) в 51 скважине, в обнажениях разреза р. Шарья, р. Большая Сырьяга, р. Сырьяга, ш. Комсомольская, палинологические исследования керна в 8 скважинах, палеонтологические исследования в разрезах р. Падимейтивис и Сизимцелебейшор, параметры коэффициента зрелости ( $K_i$ ) в обнажениях разрезов р. Силоваяха, параметры количественной оценки генерации УВ в 11 скважинах, распределение ароматических УВ в разрезе р. Пымвашор, литературные данные о характеристиках элементов нефтегазоносных комплексов (НГК), о нефтегазоносности Предуралья, об очагах и временных интервалах генерации УВ, о результатах выполненного 1D и 2D моделирования, а также геохимические параметры НГМТ и показатели фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пород-коллекторов и пород-покрышек (300 образцов горных пород палеозойского возраста южного Предуралья), полученные коллективом сотрудников кафедры теоретических основ поисков и разведки нефти и газа РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина.

**Личный вклад автора.** В процессе выполнения диссертационной работы автором лично:

- Собрана и проанализирована геолого-геофизическая информация по объекту исследований. Сформирована геолого-геофизическая база фактических данных по южному, среднему и северному Предуралью в ПК «Qgis» компании OSGeo.

- Выполнено двумерное (2D) численное структурно-кинематическое и бассейновое моделирование, интерпретация результатов моделирования по 8 субширотным сейсмогеологическим разрезам, пересекающим южный, средний и северный сегмент Предуралья в ПК «Dyne1» и «PetroMod» компании Schlumberger, ПК «Move» компании Midland Valley.

- Выполнен бассейновый анализ и анализ УВ-систем зоны сочленения Предуральского краевого прогиба и Передовых складок Урала на основе обработки геолого-геофизической базы фактических данных, а также результатов структурно-парагенетического анализа и структурно-кинематического моделирования.

- Уточнена модель формирования залежей нефти и газа в пределах развития покровно-складчатых дислокаций и парагенетически связанных с ними взбросо-надвиговых структурах.

- Выполнен прогноз нефтегазоносности во взбросо-надвиговых и парагенетически связанных с ними структурах зоны сочленения Предуральского краевого прогиба и Передовых

складок Урала на основе результатов структурно-парагенетического и бассейнового анализов, структурно-кинематического и бассейнового моделирования.

Автор принимала участие в полевом изучении палеозойских толщ и структур южной части Предуралья, а также в интерпретации и обобщении результатов пиролитических исследований образцов пород методом Rock-Eval 6 в геохимической лаборатории кафедры теоретических основ поисков и разведки нефти и газа РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, на основании которого был определен генерационный потенциал НГМТ силурийского возраста.

### **Защищаемые положения**

1. В зоне сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала ловушки в девонско-пермских отложениях, сформировавшиеся в позднедевонско-пермское время (ловушки сводового типа) и в мезозойскую эру (ловушки тектонически-экранированного типа), преимущественно сохранили свою конфигурацию и объем с момента формирования и до настоящего времени и являются наиболее перспективными для поисков в них скоплений УВ.

2. Установлена полиочаговость и разновременность генерации и эмиграции УВ в суббассейнах: в пределах Южно- и Северо-Предуральского суббассейнов генерация шла с раннекаменноугольного времени, эмиграция УВ – с позднекаменноугольного времени; в Средне-Предуральском суббассейне генерация нефти и газа происходила с позднепермского времени, эмиграция УВ — с позднемелового времени, что обусловило разные перспективы нефтегазоносности суббассейнов.

3. Миграции УВ и перераспределению первичных скоплений нефти и газа в зоне сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала способствовали разрывные нарушения, преобразованные из сбросового во взбросо-надвиговый тип за счет бокового сжатия совместно с обстановками правого и левого сдвига со стороны Уральского орогена.

4. Наибольшая вероятность геологического успеха при поисках залежей УВ, обусловленная наличием зрелых материнских толщ, высокочемких резервуаров, надежных флюидоупоров, благоприятного фактора времени и сохранности ловушек, в пределах зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала связана с Табынско-Беркутовской (южный сегмент), Гежско-Уньвинской (центральный сегмент), Инта-Кожимской и Рассохинской (обе – северный сегмент) зонами нефтегазонакопления.

**Степень достоверности.** Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается использованием достаточного количества геолого-геофизического материала, современных методов исследования и программного обеспечения, соответствующих поставленным задачам. Выводы обоснованы и наглядно представлены в таблицах и на рисунках.

**Апробация работы.** Основные результаты исследований доложены и автором обсуждены на конференциях «Студенческая наука» (г. Москва, 2016 г.), «Perfect education – the key to success in oil production» (г. Баку, 2017 г.), 71-ой международной молодежной конференции «Нефть и газ – 2017» (г. Москва, 2017 г.), XII научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России» (г. Москва, 2018 г.), 21-й научно-практической конференции «Геомодель 2019» (г. Геленджик, 2019 г.), IX Международной научной конференции молодых ученых «Молодые – Наукам о Земле» (г. Москва, 2020 г.), IV Региональной научно-технической конференции «Губкинский университет в решении вопросов нефтегазовой отрасли России» (г. Москва, 2020 г.).

По теме диссертационной работы автором опубликованы 32 научные работы, включая статьи и тезисы докладов на конференциях, в том числе из них 8 статей опубликованы в журналах из перечня ВАК РФ и 3 статьи в издании международной реферативной базы данных Scopus.

Частично исследования по тематике научно-квалификационной работы (диссертации) были проведены в рамках Государственного задания (номер темы FSZE-2017-0006, шифр проекта 5.2907.2017/ПЧ) на выполнение научно-исследовательской работы (проектная часть государственного задания в сфере научной деятельности).

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, 9 глав и заключения. Общий объем работы составляет 199 страниц, содержит 18 таблиц, 84 рисунка и 219 источников литературы.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю кандидату геолого-минералогических наук, доценту Осипову А.В. за оказанную разностороннюю помощь при подготовке диссертации, ценные советы и предоставленную возможность совместной работы.

Автор выражает благодарность заведующему кафедрой теоретических основ поисков и разведки нефти и газа (до 2019 г.) – Керимову В.Ю., заведующему кафедрой поисков и разведки нефти и газа Хафизову С.Ф., профессору Ермолкину В.И., доцентам Милосердовой Л.В. и Курушиной А.С., заместителю директора по научной работе ГИН РАН Кузнецову Н.Б., в.н.с. Антипову М.П., г.н.с. ИФЗ РАН Романюк Т.В., директору ИПНГ РАН Закирову Э.С., зав. лабораторией нефтегазовой геофлюидодинамики Абуковой Л.А., г.н.с. Шустеру В.Л., в.н.с. Пунановой С.А., в.н.с. Хитрову А.М., заместителю директора по научной работе Богоявленскому В.И., а также всему коллективу кафедры поисков и разведки нефти и газа РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, кафедры геологии и разведки месторождений углеводородов РГГУ им. Серго Орджоникидзе (МГРИ), всему коллективу ИПНГ РАН. Также автор признателен своей семье за веру, поддержку и за неоценимую помощь.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Глава 1. Геологическое строение и структурно-тектонические особенности**

#### **Предуральского прогиба и Передовых складок Урала**

Урал – классическая складчатая область, протягивающаяся в меридиональном направлении на 2500 км, образованная на заключительных орогенных этапах тектонического развития Урало-Новоземельской складчатой системы – западной части Урало-Монгольского подвижного пояса (Богоявленская и др., 1991; Пучков, 1996; Кузнецов и др., 2018). В пределах Уральской складчатой системы выделяют: автохтонный комплекс, залегающий под поверхностью надвига, и налегающий на него аллохтонный комплекс, залегающий над поверхностью надвига. Природа формирования взбросо-надвиговых структур зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала обусловлена герцинским тектогенезом под воздействием коллизионных процессов, а генетически связанные покровно-складчатые структуры сформировались в результате продольного изгиба слоистых толщ под воздействием горизонтально ориентированного стресса со стороны Уральского орогена (Камалетдинов, 1974; Казанцева, 1987).

### **Глава 2. Литолого-стратиграфическая характеристика Предуральского прогиба и Передовых складок Урала**

В геологическом разрезе Предуральского прогиба выделяются два комплекса пород: нижний – породы фундамента и верхний – осадочный чехол. Можно отметить схожесть в строении и литологическом составе пород фундамента южной и средней части Предуральского прогиба, сложенных из гнейсов и кристаллических сланцев архей-протерозойского возраста. Также стоит отметить отличия в северной части Предуральского прогиба, где фундамент сложен позднепротерозойскими метаморфическими породами с эффузивными и интрузивными образованиями. Осадочный чехол представлен породами палеозойского, мезозойского и кайнозойского возраста.

В южной и средней части Предуральского прогиба, а также повсеместно на всей территории складчато-надвиговых зон мезо-кайнозойские отложения эродированы.

Литологически отложения всего осадочного чехла Предуралья представлены терригенно-карбонатными толщами, встречаются сульфатно-галогенные толщи и каустобиолиты.

### **Глава 3. Нефтегазоносность Предуральского прогиба и Передовых складок Урала**

Реликты предгорного прогиба Урало-Новоземельской складчатой системы в нефтегазогеологическом отношении называются Предуральско-Предновоземельским поясом нефтегазонакопления (Гаврилов, 1998). Территория зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала в нефтегазогеологическом отношении отвечает Южно-Предуральской, Средне-Предуральской и Северо-Предуральской НГО (Каламкаров, 2005).

Изучаемый южный сегмент Предуральского прогиба (Урало-Илекская, Мраковская и

Бельская впадины, Ишимбайская седловина) и Передовые складки Урала входят в состав Мелеузско-Сакмаро-Илекского и Ишимбайского НГР Южно-Предуральской НГО; средний сегмент Предуральского прогиба (Юрюзано-Сылвенская и Соликамская впадины, Косвинско-Чусовская и Ксенофонтово-Колвенская седловины) и Передовые складки Урала входят в состав Сылвенского, Косьвинско-Чусовского и Соликамского НГР Средне-Предуральской НГО; северный сегмент Предуральского прогиба (Верхнепечорская, Большесынинская, Косью-Роговская и Кортаихинская впадины, Воркутовское и Среднепечорское поперечные поднятия) входят в состав Верхнепечорского, Курьинско-Патраковского, Вуктыльского, Среднепечорского, Большесынинского, Хоседаюско-Воргамусюрского, Кочмесского, Итнинско-Лемвинского и Воркутского НГР Северо-Предуральской НГО.

К настоящему времени в пределах Южно-Предуральской НГО открыты 44 месторождения, в пределах Средне-Предуральской НГО открыто 61 месторождение, в пределах Северо-Предуральской НГО открыты 22 месторождения. В пределах южной и средней части Предуралья выделяются 5 НГК, в северной части – 7 НГК.

Промышленная нефтегазоносность установлена в силурийских (северный сегмент), девонских, каменноугольных и пермских отложениях. В пределах всей изучаемой территории залежи приурочены к ловушкам структурного (сводового, тектонически-экранированного), рифогенного класса, в Южно-Предуральской и Северо-Предуральской НГО встречаются залежи стратиграфического класса, в Средне-Предуральской и Северо-Предуральской НГО литологического класса (экранированные, ограниченные).

#### **Глава 4. История геологического развития зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала**

В геологической истории Предуралья выделяются 5 основных этапов (по материалам Камалетдинова, 1974; Казанцева, 1982; Казанцевой, 1987; Зоненштайна и др., 1990; Тимонина и др., 2004; Пучкова, 2000, 2008, 2010; Соборнова, 2015, 2016; Сычева, 2015; Ступаковой, 2017):

1. Предколлизионный этап, продолжавшийся от рифейского до девонского времени, включает процессы океанического спрединга, субдукции, задугового спрединга, формирование тиманид, главного Уральского разлома, раскрытие Уральского палеоокеана, формирование Уральской островодужной системы.

2. Этап пластичных деформаций, продолжавшийся от позднедевонского до позднепермского времени, отражает тектоническую активность, связанную с «мягкой коллизией» и ранним этапом «жесткой коллизии» (по Пучкову, 2010), характеризуется началом формирования Уральского орогена, который образовался за счет коллизии Восточно-Европейского, Сибирского и Казахстанского континентов.

3. Этап хрупких деформаций, охватывающий позднепермский и триасовый периоды, характеризуется тектоническими процессами, связанными с «поздней коллизией», и привел к формированию уралид.

4. Постколлизионный этап, продолжавшийся с конца триасового времени до неогена, характеризуется тектоническими и геоморфологическими процессами, такими как развитие трещин отрыва, секущих сопряженных сколов, и начало пенепленизации.

5. Современный период, начавшийся в неогене и продолжающийся до сих пор, характеризуется окончательным формированием современных Уральских гор. Происходит давление на платформенную литосферу соседних неотектонически активных орогенов.

## **Глава 5. Структурно-кинематическое моделирование зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала**

### ***Структурные парагенезы***

Для прогноза нефтегазоносности необходимо изучить эволюцию формирования и условия сохранности ловушек УВ, их тектонодинамическое развитие, которое можно реализовать с помощью структурно-кинематического моделирования. Важным является изучение типов разломов (открытых / закрытых), время их формирования, в случае открытых они могут служить путями для миграции УВ, в случае закрытых – экранировать скопления УВ.

Технология структурно-кинематического моделирования предполагает: во-первых, обеспечение геометрической согласованности модели; во-вторых, изучение кинематики деформаций, то есть перемещений и изменений формы слоев; и в-третьих, типизацию структурных форм, образующих складчато-надвиговые комплексы.

Так как на изучаемой территории на самых разных участках большинство структурных элементов различного размера распространены в устойчивых комбинациях, то для создания моделей зоны сочленения Предуральского прогиба и зоны Передовых складок Урала было предложено изучить структурно-парагенетические связи различных структур.

В Предуралье встречаются структурные парагенезы, обозначенные условными цифрами на рисунке 1: флексура (I), надвиг (II), серия наклонных и опрокинутых складок той же вергентности в аллохтоне (III), серия прямых и слабо наклонных складок той же вергентности в автохтоне (IV), серия взбросов, сбросов (V), надвиговая система «чешуйчатый веер» (пакет надвиговых пластин) (VI), надвиговая система – дуплексная (VII), взбросо-складка (VIII), рамповая складка (IX), «цветочная» или «пальмовая» структура (X), ретро-надвиг (XI).

### **5.1 Структурная интерпретация сейсмических данных**

В работе приведены варианты интерпретации различных исследователей и их взгляды на геолого-тектоническое строение региона. Была предложена согласованная интерпретация сейсмических данных, которая не противоречит геологическим представлениям.

### 5.1.1 Метод сбалансированных разрезов

Метод сбалансированных разрезов (балансировки) используется для территорий со сложным геологическим строением с целью создания геометрически непротиворечивых структурных построений. Одним из основных допущений метода балансировки является выдержанность (сохранность) длины и мощности слоев в процессе деформации. Здесь не учитываются процессы уплотнения/разуплотнения пород, физические свойства горных пород.

По результатам метода сбалансированных разрезов амплитуды эрозий составляли от 1 до 7 км на различных участках, что вносит значительный вклад как в структурную основу построенных моделей, так и в распределение зон генерации нефти и газа на палеоразрезах, предшествующих эрозионным процессам (Рисунок 1).

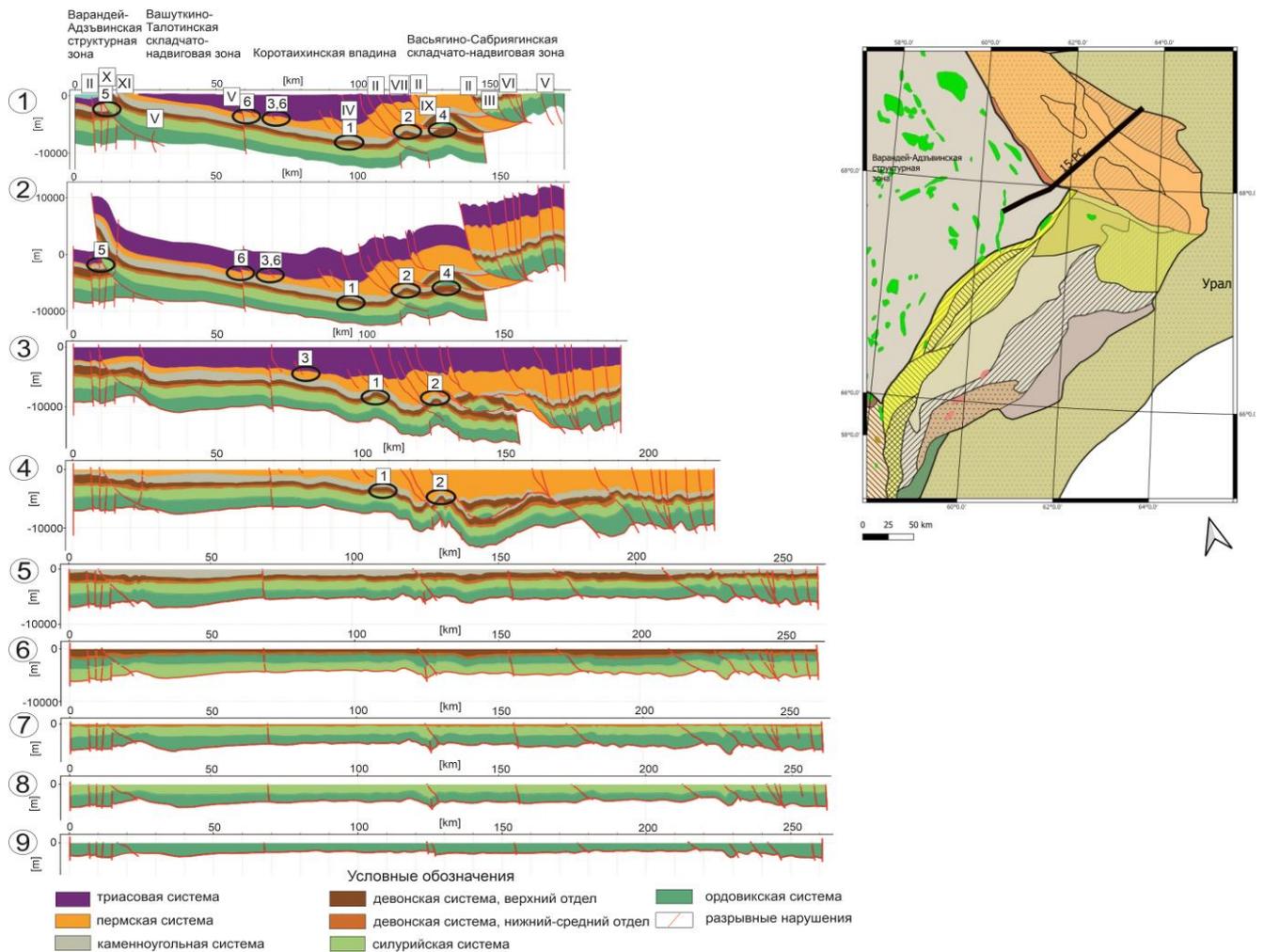


Рисунок 1 – Палеорекострукция разреза по профилю №15-РС, пересекающего северный сегмент Предуралья (Бондарева и др., 2023, 2024). Условные обозначения: римскими цифрами – структурные парагенезы, арабскими цифрами – ловушки УВ; номера профилей: 1 – оцифрованный разрез, 2 – сбалансированный разрез, 3 – к концу триасового периода, 4 – к концу пермского периода, 5 – к концу каменноугольного периода, 6 – к концу поздней эпохи девонского периода; 7 – к концу средней эпохи девонского периода, 8 – к концу силурийского периода, 9 – к концу ордовикского периода

В качестве иллюстрации приведена палеореконструкция по профилю №15-РС, пересекающему северный сегмент Предуралья, аналогичным образом были проведены структурные реконструкции еще по 7 профилям через южный, центральный и северный сегмент Предуралья.

### **5.1.2 Метод палеотектонических реконструкций**

Палеотектонические реконструкции, также известные как палинспастические реконструкции, используются для воссоздания первоначальной формы и расположения осадочных слоев до того, как они были деформированы складчатостью, надвигами или растяжением. Реконструкция структурной и тектонической эволюции регионов со складчато-надвиговыми деформациями может быть осуществлена с применением методики палеореконструкций, основанной на анализе деформационной кинематики.

Для проведения палеореконструкции был принят инструмент, который на основе единых общих параметров позволяет интерполировать между профильными разрезами, определять взаимное расположение и пространственную конфигурацию складок

Со среднего по поздний ордовик в спокойных тектонодинамических обстановках океанического спрединга залегание слоев было субгоризонтальным, а также формировались разрывные нарушения сбросового типа (см. рисунок 1, профиль 9). С позднего ордовика по поздний девон залегание аналогично субгоризонтальное, однако начинают формироваться мелкие пологие складки при субдукционных процессах (см. рисунок 1, профиль 7-8). С позднего девона по раннюю пермь на этапе «мягкой коллизии» формируются малоамплитудные пликативные дислокации и парагенетически связанные с ними разрывные нарушения взбросового типа, которые трансформировались из разрывных нарушений сбросового типа (см. рисунок 1, профиль 4-6). Далее в позднем палеозое на этапе «жесткой коллизии» были сформированы взбросо-надвиговые системы, а также сопряженные с ними рамповые антиклинали и взбросо-складки (см. рисунок 1, профиль 4). В позднепермское (триасовое) время в Предуралье были сформированы цветковые структуры и ретро-надвиговые системы, формирование которых обусловлено транспрессивным тектоническим режимом. В мезозое и кайнозое горы, под влиянием денудации разрушались, формировались обширные поверхности выравнивания и коры выветривания. К концу палеогена на месте Урала простиралась равнина-пенеплен.

### **5.2 Условия формирования и сохранности ловушек различного типа в зоне сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала**

В пределах изучаемой территории от позднедевонской до раннепермской эпохи в результате активизации тектонических процессов на этапе «мягкой коллизии» формировались ловушки структурного (сводового) типа в девонских и каменноугольных толщах. На этапе «жесткой коллизии» продолжалось формирование ловушек структурного (сводового) типа в

девонских, каменноугольных, а также в пермских отложениях. Большинство ловушек сохранились, меняя лишь свою амплитуду и геометрию складок, однако частично ловушки были разрушены за счет формирования разрывных нарушений взбросо-надвигового типа.

На «постколлизийном» этапе при затухающих коллизийных процессах формирование ловушек структурного (тектонически-экранированного) типа преимущественно за счет преобразования из структурного (сводового) типа обусловлено естественной кольматацией (залечиванием) разрывных нарушений.

Для формирования скоплений УВ в Предуралье наиболее благоприятными являются структурные (сводовые) ловушки в девонских, каменноугольных и пермских толщах, сформированные от позднедевонской эпохи до пермского (триасового – в северном сегменте) времени, сохранившие конфигурацию и объем до настоящего времени, и структурные (тектонически-экранированные) ловушки в девонских, каменноугольных и пермских толщах, сформированные в мезозойское время. Стратиграфические ловушки в девонских и каменноугольных отложениях считаются малоперспективными из-за их ограниченного распространения, небольшого объема и немногочисленности.

#### **Глава 6. Бассейновый анализ и анализ элементов углеводородных систем зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала**

Проведенный бассейновый анализ позволил определить тип исследуемого бассейна – бассейн форланда, складчатых и внешних зон складчатых систем. Выделены 3 суббассейна – Южно-Предуральский, Средне-Предуральский и Северо-Предуральский. На основе изучения палеомощностей и скоростей осадконакопления, можно утверждать, что Предуральский прогиб и Передовые складки Урала были единым бассейном седиментации, равномерное осадконакопление происходило равномерно до этапа «мягкой коллизии», далее произошло смещение депоцентра в сторону области устойчивого погружения – Предуральского прогиба. Источник сноса осадочного материала имеет восточное, уральское происхождение (Мизенс, 1997). Наиболее высокие скорости осадконакопления были в пермское и триасовое время, наибольшие мощности осадочного чехла выделены в Южно-Предуральском и Северо-Предуральском суббассейне, что свидетельствует о благоприятных условиях для генерации УВ.

В каждом суббассейне были выделены несколько независимых ГАУС, которые обуславливают их нефтегазоносность.

В Южно-Предуральском суббассейне выделены 5 ГАУС – силурийская потенциальная (Осипов и др., 2018; Монакова, 2019), нижнедевонско-франская, франско-турнейская, визейско-башкирская и нижнепермская; в Средне-Предуральском суббассейне выделены 2 ГАУС – живетско-турнейская и окско-башкирская; в Северо-Предуральском суббассейне выделены 5 ГАУС – ордовикско-нижнедевонская, среднедевонско-нижнефранская, среднефранско-

турнейская, визейско-нижнепермская и верхнепермская.

## **Глава 7. Моделирование углеводородных систем зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала**

По итогам структурной реконструкции, позволившей создать структурный каркас и восстановить историю складчато-надвиговой зоны Предуралья, было проведено бассейновое моделирование по 8 субширотным профилям Предуралья и построены схемы катагенетической преобразованности ОВ в НГМТ.

Основной целью бассейнового моделирования является качественная и количественная оценка перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов на основе реконструкции (восстановления) истории развития процессов накопления ОВ, генерации УВ, миграции УВ, аккумуляции УВ, консервации УВ, разрушения и перераспределения УВ.

В качестве НГМТ были изучены толщи: в Южно-Предуральском суббассейне – впервые массово изученный лландоверийский ярус ( $C_{орг} 5,87-7,3\%$ ), афонинский и бийский горизонты ( $C_{орг} 0,2-0,8\%$ ), доманиковый горизонт ( $C_{орг} 0,2-5,8\%$ ), визейский ( $C_{орг} 0,4-0,6\%$ ) и ассель-сакмарский ярусы ( $C_{орг} 0,1-0,3\%$ ,  $0,25-0,9\%$ ); в Средне-Предуральском суббассейне – доманиковый горизонт ( $C_{орг} 3,3-5,6\%$ ), визейский ярус ( $C_{орг} 0,4-1\%$ ); в Северо-Предуральском суббассейне – лландоверийско-венлокский ( $0,1-2\%$ ), лохковский ярус ( $C_{орг} 0,1-13\%$ ), эйфельско-живетский ярус ( $C_{орг} 0,1-2,3\%$ ), франский ярус – тиманский, саргаевский ( $C_{орг} 0,2-4\%$ ) и доманиковый горизонты ( $0,11-30\%$ ), визейский ярус ( $C_{орг} 6,9-7,5\%$ ), артинско-кунгурский ярус ( $0,04-25\%$ ) и верхнепермская система ( $C_{орг} \leq 1\%$ ). Тип керогена был определен по водородному индексу с помощью классификации Peters&Casa (1994).

В качестве коллекторов выделяются преимущественно терригенно-карбонатные толщи (песчаники, алевролиты, известняки, трещиноватые и кавернозные доломиты, биогермы) палеозойского возраста. В качестве пород-покрышек выделяются преимущественно терригенно-карбонатные (глины, аргиллиты, плотные доломиты, мергели) и сульфатно-галогенные (соли, ангидриты) толщи палеозойского возраста.

На основании параметров граничных условий (палеоглубины осадконакопления, палеотемпературы поверхности осадконакопления и тепловые потоки на каждый промежуток эволюции бассейна седиментогенеза) рассчитывались далее модели погружения и прогрева отложений, стадии катагенетической зрелости ОВ, степень трансформации ОВ и т. д.

### **7.1 Южно-Предуральский суббассейн**

Лландоверийские, афонинские и бийские НГМТ начали генерировать УВ к концу девонского периода, доманиковые НГМТ – к концу раннекаменноугольной эпохи, визейские НГМТ – к концу среднекаменноугольной эпохи, а ассель-сакмарские НГМТ – в пермском периоде. Выделены два очага нефтегазогенерации для Южно-Предуральского суббассейна:

первый очаг – «южный», расположенный в пределах зоны сочленения Урало-Илекской депрессии и Мраковской депрессии с Передовыми складками Урала, и «северный», распространенный в пределах зоны сочленения Шихано-Ишимбайской седловины и Бельской впадины с Передовыми складками Урала.

Эмиграция УВ из лландоверийских, афонинских и бийских НГМТ началась с позднекаменноугольной эпохи, из доманиковых НГМТ – с пермского периода, из визейских и пермских НГМТ к концу раннепермской эпохи. Наиболее интенсивные процессы миграции УВ наблюдаются в юго-восточной части Южно-Предуральского суббассейна.

В венлокских, эйфельско-живетских, фаменско-турнейских, башкирских и нижнепермских отложениях прогнозируются нефтяные, газовые, нефтегазовые, газонефтяные, нефтегазоконденсатные и газоконденсатные скопления УВ, приуроченные к ловушкам структурного класса, в артинских отложениях прогнозируются нефтяные, газовые и нефтегазовые скопления УВ в ловушках рифогенного класса.

В Южно-Предуральском суббассейне выделяются 5 ЗНГН: Лемезинско-Рождественская, Ушкунско-Белоглинская, Тавакановско-Курмалинская, Табынско-Беркутовская и Западно-Уральская.

## **7.2 Средне-Предуральский суббассейн**

Доманиковые НГМТ начали генерировать УВ к концу ранней эпохи пермского периода, визейские НГМТ – к концу пермского периода. Выделены два очага нефтегазогенерации для Средне-Предуральского суббассейна: первый очаг – «центральный», расположенный в центральной части Юрюзано-Сылвенской депрессии, а также «восточный» – расположенный в восточной части Соликамской депрессии и зоне Передовых складок Урала.

В поздне меловую эпоху началась эмиграция УВ. В настоящее время продолжается миграция жидких и газообразных УВ как в вертикальном, так и латеральном направлении из доманиковых НГМТ, жидких УВ – из визейских НГМТ. Наиболее интенсивные процессы миграции УВ наблюдаются в восточной части Средне-Предуральского суббассейна.

В фаменских и серпуховско-башкирских отложениях прогнозируются нефтяные, газовые, газонефтяные, нефтегазовые скопления УВ, приуроченные к ловушкам структурного и рифогенного класса.

В Средне-Предуральском суббассейне выделяются 11 ЗНГН: Гежско-Уньвинская, Добрянско-Кизеловская, Ольховско-Ульяновская, Боркмооская, Копальнинская, Брусаянско-Дуванская, Шамарско-Барышанская, Сухореченско-Устьинская, Мюслюмовская, Каракульско-Месягутовская, Западно-Кизеловская.

## **7.3 Северо-Предуральский суббассейн**

Силурийско-лохковские НГМТ начали генерировать УВ к концу девонского периода, эйфельско-живетские и франские НГМТ – к концу каменноугольного периода, визейские и

артинско-верхнепермские – в пермское время. Выделены четыре очага нефтегазогенерации для Северо-Предуральского суббассейна: первый очаг – «северный», расположенный в пределах восточной части Коротаихинской впадины, второй и третий очаг – «восточный», расположенный в восточной части Косью-Роговской впадины и на юге Большесынинской впадины, четвертый очаг «центральный», расположенный в центральной части Верхнепечорской впадины.

Эмиграция УВ из силурийско-лохковских НГМТ началась с позднекаменноугольной эпохи, из эйфельско-живетских и франских НГМТ – в позднепермской эпохе, из визейских и артинско-верхнепермских НГМТ – в среднем триасе. Процессы эмиграции жидких и газообразных УВ из силурийско-лохковских, эйфельско-живетских (локально распространены) и франских НГМТ затухают в восточной части Северо-Предуральского суббассейна, в пределах остальной части суббассейна процессы эмиграции жидких и газообразных УВ из НГМТ, а также вторичной миграции продолжаются.

В верхнесилурийских, нижнедевонских, живетско-франских, франско-турнейских, серпуховских, визейских, башкирско-московских, верхнекаменноугольных ассельско-артинских, уфимско-казанских отложениях прогнозируются скопления УВ нефтяного, газового, нефтегазового и газоконденсатного фазового состава, приуроченные к ловушкам структурного и рифогенного классов, реже литологического.

В Северо-Предуральском суббассейне выделяются 17 ЗНГН: Янгарейская, Западно-Коротаихинская, Воркутская, Надейтинская, Хоседаюская, Кочмеская, Прилемвинская, Инта-Кожимская, Нитчемью-Сынинская, Пыжьельская, Худоельская, Аранецкая, Вуктыльская, Юрвожская, Рассохинская, Патраковская, Волимская.

## **Глава 8. Модель формирования нефтегазоносности зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала**

Анализ условий формирования ловушек нефти и газа во взбросо-надвиговых и поднадвиговых структурах, результаты структурно-кинематического и бассейнового моделирования, обобщение ранее опубликованных исследований (Кузнецов и др., 2018; Минлигалиева и др., 2019; Монакова, 2019; Керимов, 2021) позволили уточнить и актуализировать концепцию формирования в них скоплений УВ.

На *первом (конседиментационном)* этапе происходило формирование (накопление) ордовикско-девонского комплекса пород. В конце этапа начали реализовываться процессы генерации УВ в силурийских и девонских комплексах южного и северного сегмента Предуралья. Формируются разрывные нарушения осадочного комплекса сбросового типа в условиях погружения и растяжения.

На втором этапе *«мягкой коллизии»* в результате коллизионных процессов со стороны Уральского орогена, начавшихся с позднедевонского времени и протекавших до начала пермского периода, формировались структурные (сводовые) ловушки и реализовывались

процессы генерации, миграции и аккумуляции УВ в силурийских, девонских и локально каменноугольных комплексах южного и северного сегмента Предуралья. Формировались разрывные нарушения взбросового типа (Рисунок 2).

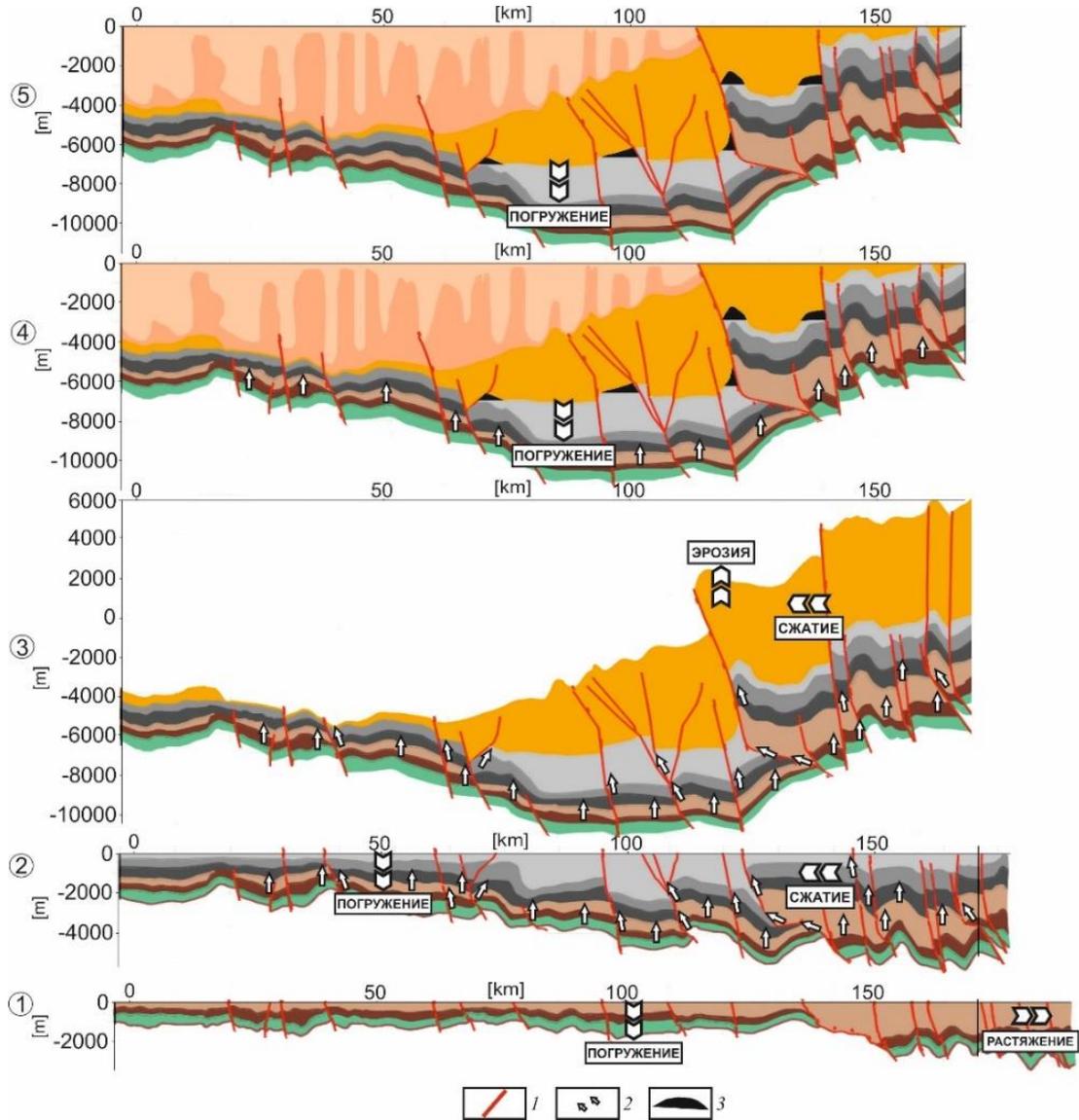


Рисунок 2 – Модель формирования скоплений УВ во взбросо-надвиговых структурах на примере разреза №26252001-02 ШП (Минлигалиева и др., 2019; Керимов, 2021; Бондарева и др., 2023). Этапы формирования: 1 – формирование осадочного комплекса в условиях погружения и растяжения в девонском периоде; 2 – начало образования взбросовых дислокаций, формирование ловушек УВ сводового типа к концу каменноугольного периода; 3 – формирование надвиговых дислокаций, разрушение и перераспределение скоплений УВ к концу пермского периода; 4 – аккумуляция углеводородов в ловушках тектонически-экранированного типа после триаса; 5 – консервация залежей УВ в настоящее время. Условные обозначения: 1 – разломы; 2 – направление миграции УВ; 3 – залежи УВ.

Третий этап связан с «жесткой коллизией». К концу раннепермской эпохи в центральной части Предуралья начали формироваться очаги нефтегенерации в доманиковых НГМТ.

Продолжаются процессы генерации, миграции и аккумуляции УВ на юге и севере Предуралья. С пермского периода в зоне сочленения Предуральяского прогиба и зоны Передовых складок Урала транспрессивный геодинамический режим (бокового сжатия со стороны Уральского орогена совместно с обстановками правого и левого сдвига) обусловил преобразование ранее сформированных разрывных нарушений из взбросов в надвижки к концу коллизионного этапа. Разрывные нарушения формировали пути миграции УВ по разломам и оказывали влияние на перераспределение первичных скоплений УВ из нижележащих ловушек УВ в вышележащие ловушки УВ, тем самым формируя вторичные залежи УВ, или же рассеивание УВ.

На четвертом этапе в мезозойскую эру, после завершения основных тектонических процессов, происходила консервация уже существующих залежей нефти и газа и происходило формирование скоплений УВ в новых тектонически-экранированных ловушках.

Формируется очаг нефтеобразования в визейских НГМТ центрального Предуралья. Продолжаются процессы генерации, миграции и аккумуляции на юге и севере Предуралья. Глубокозалегающие НГМТ частично перезревают.

На пятом этапе в кайнозойское время продолжалась консервация залежей УВ. В центральной части Предуралья начали формироваться залежи в каменноугольных отложениях. Однако, в результате кайнозойской (альпийской) реактивации тектонических процессов на этом этапе могло происходить разрушение или преобразование ранее сформированных скоплений нефти и газа.

### **Глава 9. Перспективные направления геологоразведочных работ в зоне сочленения Предуральяского прогиба и Передовых складок Урала**

В соответствии с вышеизложенными результатами ЗНГН были ранжированы по следующим критериям: генетическая классификация залежей и месторождений Бакирова А.А. количество НГК, степень достоверности, вероятность геологического успеха методом Шеврон.

В Южно-Предуральской НГО первоочередным объектом для поисков новых скоплений УВ является зона с «очень низким» геологическим риском и установленной достоверностью – Табынско-Беркутовская ЗНГН, в пределах которой предложены для поискового бурения следующие первостепенные структуры: Центрально-Батракская, Североподгорновская, Восточно-Сухопольская, Сухопольская, Южно-Бакракская, Юлуковская, Южно-Карлинская и Михайловская. В фаменско-турнейских, башкирских, артинских отложениях прогнозируются нефтяные, газовые и газоконденсатные скопления УВ в ловушках структурного класса, погруженные на глубинах от 2500 до 5000 м.

На Рисунке 3 представлена карта перспектив нефтегазоносности Южно-Предуральской НГО.



Рисунок 3 – Карта перспектив нефтегазоносности Южно-Предуральской НГО

Аналогичные карты построены для Средне- и Северо-Предуральской НГО.

В Средне-Предуральской НГО первоочередным объектом для поисков новых скоплений УВ является зона с «очень низким» геологическим риском и установленной достоверностью – Гежско-Уньвинская, в пределах которой предложены следующие структуры: Западно-Озерная, Ростовицкая, Язьвинская, Новологовская, Клестовская, Пашковская, Северо-Чашкинская и Легчимская. В фаменских, серпуховско-башкирских и сакмарских отложениях прогнозируются нефтяные, нефтегазовые, газовые и газонефтяные скопления УВ, приуроченные к преимущественно к ловушкам рифогенного класса, погруженные на глубинах от 750 до 2500 м.

В Северо-Предуральской НГО выделена Инта-Кожимская ЗНГН с Пармаюской, Анкудинской, Верхнеанкудинской, Западно-Интинской, Интинской (блок II), Интинской (автохтон), Восточно-Интинской II и Северо-Кожимской структурами. В башкирско-московских и ассельских отложениях прогнозируются газовые скопления УВ, приуроченные к ловушкам структурного и рифогенного класса, погруженные на глубинах от 3000 до 4000 м. Также выделена Рассохинская ЗНГН с Лунвожпальской, Андюгской I, Андюгской II, Восточно-Пачгинской I и Восточно-Пачгинской II структурами. В верхнекаменноугольно-нижнепермских отложениях прогнозируются газовые скопления УВ, приуроченные к ловушкам структурного класса, на глубинах от 700 до 2500 м.

### **Заключение**

Анализ разнородных геолого-геофизических данных позволил выполнить структурно-парагенетический и бассейновый анализы, анализ УВ–систем, а также структурно-кинематическое и бассейновое моделирование зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала. Были определены геодинамические условия формирования структур взбросо-надвигового типа на основе изучения геометрии, деформационной кинематики и пространственного размещения взбросо-надвиговых структур складчато-надвиговых зон.

Реконструирована тектонодинамическая эволюция взбросо-надвиговых структур Предуралья с использованием структурно-кинематического моделирования. Оценка сбалансированности структурных планов и анализ изменений направления тектонических движений позволили выявить особенности формирования современной морфоструктуры осадочного чехла. Рассчитаны амплитуды эрозий, которые составили от 1-7 км, удлинения разрезов. Выделена закономерность и схожесть в истории геологического развития южного, среднего и северного сегмента Предуралья. Типизированы ловушки УВ в складчато-надвиговой зоне Предуралья, а также определены условия, время их формирования и сохранности, на основе анализа палеотектонических (палинспастических) реконструкций. В палеозойских отложениях в Предуралье формировались различные типы ловушек УВ, включая структурные (сводовые и тектонически экранированные), а также стратиграфические на смежных территориях.

Бассейновый анализ позволил определить тип исследуемого бассейна – бассейн форланда и складчатых и внешних зон складчатых систем. Выделены 3 суббассейна – Южно-Предуральский, Средне-Предуральский и Северо-Предуральский. На основе анализа УВ-систем в каждом суббассейне были выделены несколько независимых ГАУС.

На основе бассейнового моделирования в южной, центральной и северной части Предуралья определено наличие благоприятных условий для процессов генерации, миграции и аккумуляции УВ в ловушках, приуроченных к пликративным дислокациям и дизъюнктивным нарушениям взбросо-надвигового типа в Предуралье. В перспективных ЗНГН прогнозируются залежи УВ в палеозойских отложениях, приуроченные по классификации Бакирова А.А. к структурному классу (подгруппе сводовых и тектонически-экранированных залежей), рифогенного и стратиграфического классов.

Уточнена модель формирования нефтегазоносности зоны сочленения Предуральского краевого прогиба и Передовых складок Урала. Так были выделены 5 основных этапов: 1 – конседиментационный, 2 – «мягкая коллизия», 3 – «жесткая коллизия», 4 – консервация первичных залежей и аккумуляция УВ в ловушках тектонически-экранированного типа, 5 – консервация залежей УВ.

Определены перспективы поисков скоплений УВ в складчато-надвиговой зоне Предуралья и ранжированы перспективные объекты: по генетической классификации, по степени достоверности, по количеству НГК, по геологическим рискам. Наиболее перспективные ЗНГН: В Южно-Предуральском суббассейне выделена Табынско-Беркутовская ЗНГН, в Средне-Предуральском суббассейне – Гежско-Уньвинская ЗНГН, в Северно-Предуральском суббассейне – Инта-Кожимская и Рассохинская ЗНГН. В каждой ЗНГН выделены первоочередные структуры для поисков УВ и даны рекомендации для дальнейших ГРР.

Таким образом, парагенетически связанные дизъюнктивные и пликративные дислокации складчато-надвиговой зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала являются перспективными объектами для поисков скоплений УВ.

## **ОСНОВНЫЕ ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

*Статьи в научных изданиях, рецензируемых ВАК*

1. Осипов А.В., Бондарев А.В., Мустаев Р.Н., Монакова А.С., Захарченко М.В., **Минлигалиева Л.И.** Результаты геолого-съёмочных работ на восточном борту южной части Предуральского прогиба // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2018. – № 3. – С. 42-50.
2. Осипов А.В., Василенко Е.И., **Минлигалиева Л.И.**, Керимов В.Ю., Ермолкин В.И. Углеводородные системы глубоководных отложений юго-восточной части Волго-

- Уральской нефтегазоносной провинции // Недропользование XXI век. –2018. – № 6 (76). – С. 40-49.
3. **Минлигалиева Л.И.**, Керимов В.Ю. Условия формирования ловушек и залежей углеводородов в поднадвиговых зонах Предуралья // Недропользование XXI век. – 2019. – № 4 (80). – С. 34-45.
  4. **Минлигалиева Л.И.**, Ермолкин В.И., Осипов А.В., Бондарев А.В., Монакова А.С. Геодинамическая эволюция и условия формирования ловушек углеводородов в зоне сочленения Предуральского краевого прогиба и Передовых складок Урала на основе структурно-кинематического моделирования // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2019. – № 4 (297). – С. 43-59.
  5. Бондарев А.В., Данцова К.И., Баршин А.В., **Минлигалиева Л.И.** Моделирование катагенетического преобразования силурийских нефтегазоматеринских толщ южного Предуралья на основе статистической обработки результатов анализа Rock-Eval // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2020. – № 1 (298). – С. 29-37.
  6. **Бондарева Л.И.**, Осипов А.В. Формирование и размещение ловушек нефти и газа в пределах зоны сочленения Предуральского прогиба и Западно-Уральской внешней зоны складчатости // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2023. – Т. 65. № 3. –С. 52-65.
  7. **Бондарева Л.И.** Катагенетическая эволюция нефтегазоматеринских толщ зоны сочленения Предуральского прогиба и Передовых складок Урала // Экспозиция Нефть Газ. – 2024. – № 5 (106). – С. 12-16.
  8. **Бондарева Л.И.**, Осипов А.В. Условия формирования осадочных бассейнов зоны сочленения Предуральского прогиба и Западно-Уральской внешней зоны складчатости // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2024. – Т. 66. № 4. – С. 44-54.
- Статьи в научных изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus)*
9. **Бондарева Л.И.**, Бондарев А.В., Ермолкин В.И., Ткачева А.А. Геодинамическая эволюция формирования взбросо-надвиговых поясов Предуралья по результатам структурно-кинематического моделирования // Нефтяное хозяйство. – 2021. – № 5. – С. 15-21.
  10. Монакова А.С., Осипов А.В., Ермолкин В.И., **Бондарева Л.И.** Геохимические характеристики нефтегазоматеринских пород южной части Предуральского прогиба // Нефтяное хозяйство. – 2021. – № 5. – С. 45-49.
  11. **Бондарева Л.И.**, Осипов А.В. Монакова А.С., Данцова К.И. Катагенетическая эволюция углеводородных систем сочленения южной части Предуральского прогиба и Западно-Уральской внешней зоны складчатости// Нефтяное хозяйство. – 2022. – № 5. – С. 30-34.