

На правах рукописи

Горбачев Сергей Дмитриевич

Условия формирования и перспективы поисков залежей углеводородов в пределах центральной части Чарджоуской ступени (Бухаро-Хивинская нефтегазоносная область)

Специальность: 25.00.12 – Геология, поиски и разведка нефтяных
и газовых месторождений

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва - 2019.

Работа выполнена в ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»

Научный руководитель:

Кузнецова Галина Павловна

кандидат геолого-минералогических наук,
доцент

Официальные оппоненты:

Плотникова Ирина Николаевна,

доктор геолого-минералогических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник Института
прикладных исследований Академии наук
Республики Татарстан. Специальность - 25.00.12
«Геология, поиски и разведка нефтяных и
газовых месторождений».

Потемкин Григорий Николаевич,

кандидат геолого-минералогических наук,
заместитель генерального директора по геологии
ООО «ИПНЭ». Специальность - 25.00.12
«Геология, поиски и разведка нефтяных и
газовых месторождений»

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»

Защита диссертации состоится «5» февраля 2020 года в 14-00 часов на заседании диссертационного совета Д.002.076.01 при Институте проблем нефти и газа Российской Академии наук (ИПНГ РАН) по адресу: 119333, г. Москва, ул. Губкина, дом 3.

С диссертацией можно ознакомиться у ученого секретаря ИПНГ РАН и на сайте ИПНГ РАН <http://www.ipng.ru>.

Автореферат разослан « ___ » _____ 20__ г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д.002.076.01

кандидат технических наук

Баганова М.Н.

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы.

Постепенная консолидация и обобщение материалов бурения, полевых, промысловых, геофизических и геохимических исследований в форме сводных баз данных и региональных интерактивных геологических моделей, с учетом все более глубокого анализа имеющихся общегеологических сведений, в значительной мере меняют представления о строении месторождений даже в пределах разбуренной и детально изученной северной части Амударьинской газонефтеносной провинции. Эволюция взглядов о геологическом строении и истории развития данной территории, в свою очередь, определяет новые методические подходы к моделированию залежей углеводородов (УВ) и оперативные планы по проведению дальнейших геологоразведочных работ (ГРР) в этой области.

Большая часть обобщающих региональных работ об исследуемой территории была подготовлена в период начала 60-ых – 90-ых годов прошлого века - при этом разработка и детальная разведка многих месторождений северной части Амударьинской провинции (в том числе и Кандымской группы) начались только в 2000-ых годах. Наличие большого количества различных независимых недропользователей и конфиденциальность их исследований привели к невозможности выполнения дальнейших обобщающих работ по уточнению геологического строения провинции на основе новейших промысловых и геофизических данных.

По мере проведения детальных ГРР становилось все более очевидным, что подавляющее большинство месторождений в пределах исследуемой территории осложнены дизъюнктивными нарушениями, в то время как ранее месторождения этой зоны рассматривались исключительно с позиции пликативного строения. Так, интерпретация 2D сейсморазведки в пределах Кандымской группы месторождений, выявила главные тренды разломов сдвигового типа (СЗ и СВ направлений). Последующая съемка, обработка и интерпретация 3D сейсмических исследований и согласование ее с данными разведочного бурения позволила установить значительно более сложную, чем предполагалось ранее, блоковую структуру района.

Необходимость подготовки и переосмысления детальной программы ГРР, а также близость полномасштабной разработки месторождений Кандымской группы (Рисунок 1) выявили острую потребность в создании обновленной детальной геологической модели территории, учитывающей основы тектонического строения региона, а также позволяющей объяснить обилие противоречащих испытаний скважин в пределах группы месторождений. Учет новых представлений о строении и формировании залежей УВ в действующих программах ГРР, а также строительство в районе Кандымской группы месторождений уникального

газоперерабатывающего комплекса, определяют важность и актуальность комплексных геолого-промысловых исследований, направленных на расширение сырьевой базы региона.

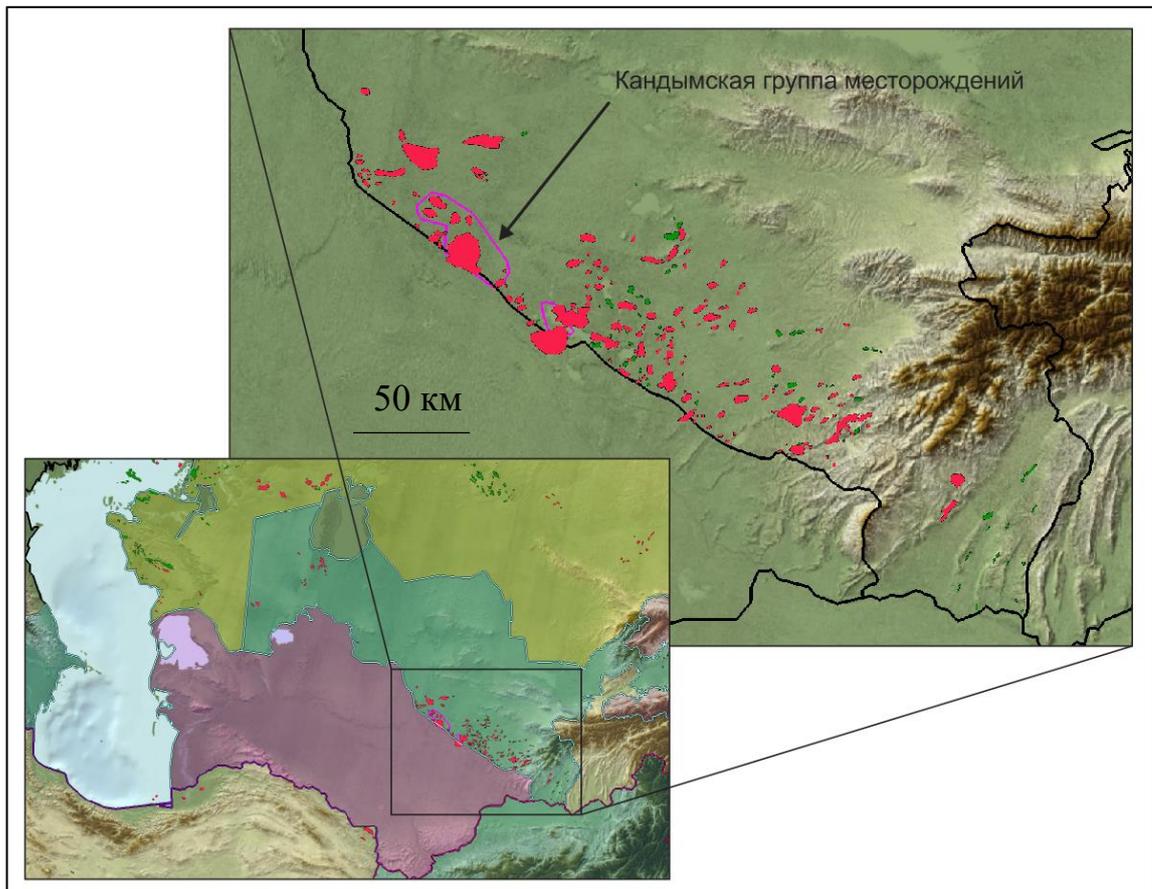


Рисунок 1 - Нефтегазоносность района исследований
(выполнено автором с использованием данных I.N.S)

Степень разработанности проблемы.

Изучение истории развития и строения юрского комплекса отложений Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области ведется уже не один десяток лет. Анализу особенностей геологического строения, зональности распределения УВ и региональному прогнозу нефтегазоносности в пределах Амударьинской провинции посвящено большое количество трудов. Так, существенный вклад в ее изучение внесли такие авторы как Абдуллаев Г.С., Бакиров А.А., Бакиров Э.А., Гаврилов В.П., Дикенштейн Г.Х., Ермолкин В.И., Клещев К.А., Максимов С.П., Ульмишек Г.Ф., Хаин В.Е., Шеин В.С и др. Данные работы позволили сформировать полноценное понимание причин и закономерностей нефтегазоносности провинции, сформулировали основные принципы поисков и разведки в пределах данной территории в региональном масштабе.

Использование в работе материалов новейших данных сейсморазведки и глубокого бурения позволили автору существенно уточнить и детализировать имеющиеся сведения о

геологическом строении и ресурсной базе УВ исследуемой области, осуществить переход от пликративного к дизъюнктивному (разломно-блоковому) пониманию строения территории в разрезе мезозойских отложений, а также уточнить программу дальнейшего освоения группы месторождений.

Объектом исследования настоящей работы является верхнеюрский комплекс отложений Кандымской группы месторождений (Кандым, Парсанкуль, Аккум и др.). Исследования автора, выполненные на основе комплексной интерпретации данных сейсморазведки и ГИС, геохимических и промысловых данных свидетельствуют о более сложном геологическом строении месторождений Кандымской группы в сравнении с предполагаемым ранее, что позволило обосновать новое направление ГРП, способное обеспечить в перспективе значительный прирост запасов газа.

Цель исследований.

Целью исследований является выявление особенностей геологического строения Кандымской группы месторождений, переход от пликративной гипотезы строения ловушек в ее пределах в пользу дизъюнктивной на основе детального изучения новейших геолого-промысловых материалов - определение основных закономерностей формирования и локализации углеводородов для проведения дальнейших поисков и разведки залежей, уточнение системы разработки месторождений в пределах лицензионной территории на основе созданной геологической модели.

Основные задачи исследования.

- 1) Выявление структурно-тектонических особенностей строения Кандымской группы месторождений (анализ развития сдвиговых систем - основного кинематического типа разломов, реализуемых в данной зоне на сегодняшний день, и реактивации разломов древнего заложения) на основе изучения геологического строения Бухаро-Хивинской области, результатов бурения разведочного и эксплуатационного фонда, материалов сейсморазведки 3D и данных космического мониторинга;
- 2) Унификация корреляционных принципов, анализ существующих фациальных зон в пределах юрского продуктивного комплекса отложений исследуемой области;
- 3) Выявление источников генерации УВ, принципов миграции и аккумуляции на основе данных керна и ГИС, анализа вещественного состава пород, а также изучения гидрогеологических особенностей территории;
- 4) Проведение оценки перспектив дальнейших поисково-разведочных работ, как в пределах группы месторождений, так и в рамках разведки территории Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области.

Решение указанных задач позволило сформировать полноценную геологическую картину строения Кандымской группы месторождений основанную на последних геолого-геофизических и промысловых данных, учитывающую современные представления о геологическом строении Чарджоуской ступени Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области.

Научная новизна.

В рамках работы впервые реализована геологическая концептуальная модель на основе разломно-блокового строения Кандымской группы месторождений (в отличие от использовавшейся ранее пликативной модели), предложенная на основе анализа современных данных о региональном строении Чарджоуской ступени Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области, а также новейших материалов сейсморазведки 2D и 3D. Обоснован тезис о том, что система дизъюнктивных дислокаций в пределах месторождения Денгизкуль и Кандымской группы, возникла в результате сдвиговых деформаций, происходивших в условиях сжатия изучаемой части Амударьинского бассейна в доюрское время с последующей реактивацией на уровне неоген-четвертичных движений, а формирование структурных ловушек происходило синфазно процессу формирования нарушений.

В представленном исследовании обоснованы факторы, определяющие формирование разноуровневых ГВК в пределах месторождений группы на основе выполненного структурно-тектонического моделирования с применением выявленных элементов дизъюнктивной тектоники, а также проведения унификации корреляционных связей юрских отложений для месторождений лицензионной территории. В диссертационной работе обоснована крайне низкая вероятность возникновения наклонных контактов (принималось ранее в пликативном исполнении геологической модели), обосновано наличие традиционных горизонтальных контактов с их дифференциацией, связанной с существованием гидродинамически независимых блоков.

Автором, на основе анализа новейших промысловых данных и результатов сейсморазведки 3D в пределах Кандымской группы месторождений и участка Хаузак-Шады, проведена актуализация региональных схем и моделей нефтегазоносности выполненных в прошлые годы.

Практическая ценность и реализация.

Подготовленная автором геологическая модель дает возможность решения задачи существенного повышения эффективности работ без значительных дополнительных затрат; ее использование позволяет оптимально спланировать систему разработки месторождений Кандымской группы путем предупреждения образования «неотработанных газовых целиков» в районе гидродинамически изолированных блоков, не вовлечённых в текущую схему разработки. Представленные автором результаты исследований позволят осуществить эксплуатацию группы

месторождений наиболее рациональным способом (в 2017 году месторождение Кандым было пущено в добычу вместе с уникальным газоперерабатывающим комплексом).

В рамках изложенной в диссертационной работе стратегии ГРП, предложена программа по опосредованному поиску перспективной структуры, выявленной в ходе исследований на Кандымской группе месторождений. В своей работе автором предложено и обосновано местоположение ряда разведочных скважин, результатом бурения которых стало подтверждение гипотезы о сложном тектоническом строении залежей УВ в пределах изучаемой территории.

Основные положения, подготовленные автором в диссертационной работе (в том числе подходы к корреляции отложений, разломно-блоковая модель, анализ нефтегазоносности) были использованы при проведении промышленного подсчета запасов УВ по Кандымской группе месторождений, а также нашли применение при оценке перспектив нефтегазоносности ряда других лицензионных блоков северной части Амударьинской провинции.

При создании уточненной геологической модели научно обоснована подготовка нескольких ее реализаций, где степень блоковой делимости группы месторождений сопряжена с целесообразностью подсчета запасов и разработки залежей (крупноблоковое строение), выявлением новых объектов поиска и доразведки (мелкоблоковое строение).

Использование на практике результатов данной комплексной обобщающей работы дает ряд важных преимуществ для проведения дальнейших ГРП в районе Бухаро-Хивинской области – диссертационная работа носит региональный характер и с ее помощью будут решаться задачи выбора дальнейших направлений поисково-разведочных работ.

Основные защищаемые положения.

1) Система дизъюнктивных дислокаций, определившая основные блоки, в пределах которых сформировались месторождения Денгизкуль и Кандымская группа, возникла в результате сдвиговых деформаций, в условиях сжатия изучаемой части Амударьинского бассейна в доюрское время с последующей реактивацией на уровне неоген-четвертичных движений. Формирование структур в пределах Кандымской группы происходило синфазно образованию сложной и разветвленной системы дизъюнктивов;

2) В пределах Кандымской группы месторождений подтверждено существование целостной углеводородной системы, представленной двумя комплексами продуктивных отложений юрского и мелового возраста, источником УВ для которых является нефтегазоматеринская толща ранне- и среднеюрского возраста;

3) Основой для проведения поисково-разведочных работ в данном регионе является поиск структурных объектов, стратиграфических и литологических ловушек, где решающим признаком нефтегазоносности является их раскрытие с южной и юго-восточной стороны.

Опоискование новой выявленной по результатам сейсморазведки 3D структуры Западные Кувачи обеспечит значительный прирост ресурсной базы в пределах Кандымской группы.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Диссертация соответствует шифру специальности 25.00.12 – Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений по пунктам формулы специальности:

- разработка и совершенствование теоретических основ формирования различных типов месторождений нефти и газа, изучение особенностей их геологического строения и закономерностей пространственного размещения в различных геотектонических областях земной коры;

- определение геологических предпосылок формирования месторождений и поисковых признаков;

- совершенствование методов поисков и разведки месторождений нефти и газа, оценка их ресурсов и подсчет запасов.

Область исследования соответствует пунктам: 1. Происхождение и условия образования месторождений нефти и газа и 2. Прогнозирование, поиски, разведка и геолого-экономическая оценка месторождений.

Отрасль наук: геолого-минералогические науки.

Личный вклад автора.

Автором диссертационной работы проведен детальный анализ данных керна и ГИС более чем двухсот скважин, пробуренных в пределах Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области, предложена и выполнена единая схема корреляции продуктивных отложений, построена структурно-тектоническая модель группы месторождений с использованием последних данных 2D и 3D исследований основанная на принципах дизъюнктивной тектоники (впервые для Кандымской группы месторождений), данная модель была использована в дальнейшем для выполнения промышленного подсчета запасов УВ Кандымской группы месторождений.

Проведено детальное изучение региональных материалов с построением карт распространения фаций и расположения основных структурообразующих элементов, детализированных с использованием новейших геолого-промысловых материалов.

Автором выполнено планирование геологоразведочных работ - по принятой к внедрению авторской программе уже пробурены 4 разведочные скважины и готовится к бурению поисковая скважина. Бурение разведочных скважин в западной части Кандымской группы месторождений подтвердило наличие сложной системы дизъюнктивов непосредственно влияющих на зональность распределения углеводородов в пластах, а также позволило подтвердить их площадную распространенность. Бурение следующей поисковой скважины должно подтвердить

газоносность выявленной по итогам выполненной сейсморазведки 3D и другим признакам при участии автора структуры.

Автор работы выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю – доценту кафедры общей и нефтегазопромысловой геологии ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина» Кузнецовой Г.П., а также сотрудникам ПАО «ЛУКОЙЛ», ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» и АО «ИГИРНИГМ» за предоставленные геолого-промысловые материалы, ценные советы и помощь в написании данной работы.

Апробация работы и публикации.

Проведенная автором работа была использована в ходе подготовки «Промышленного подсчета запасов газа Кандымской группы месторождений» (при реализации геологической модели использованы предложенные автором подходы к корреляции отложений, к геологической модели применены принципы дизъюнктивной тектоники и выполнена классификация и ранжирование тектонических элементов).

Повторная ревизия материалов с параллельным использованием новых данных сейсморазведки 3D позволила выявить новую перспективную структуру в пределах исследуемой территории – нефтегазоносность данной ловушки будет проверена поисковым бурением в ближайшее время.

Материалы диссертационной работы были доложены на ежегодной конференции геологической службы ПАО «ЛУКОЙЛ» (Москва, 2014 г.), 5-ой Всероссийской научно-практической конференции «Российская и мировая нефтегазовая экономика: проблемы и перспективы» (Пермь, 2014 г.), 71-ой Международной молодежной конференции «Нефть и газ - 2017» (Москва, 2017 г.), а также 72-ой конференции «Нефть и газ - 2018» (Москва, 2018 г.).

Данная диссертационная работа была представлена на заседании Ученого совета АО «ИГИРНИГМ» (Ташкент, 2019). По теме диссертации, опубликовано 2 статьи в изданиях, включенных в список, рекомендованный ВАК РФ.

Структура и объем работы.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 91 наименования, изложена на 208 страницах основного текста и содержит 95 рисунков, 4 таблицы и 5 приложений.

В первой главе на основе агрегирования данных о геолого-геофизической изученности территории, а также обобщающих региональных работ приводятся материалы, сообщающие о геологическом строении (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность) Туранской плиты, Амударьинской нефтегазоносной провинции, а также детальное описание особенностей тектонического строения и осадконакопления в пределах центральной части Чарджоуской ступени Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области.

Во второй главе представлено описание уточненной концепции геологического строения центральной части Чарджоуской ступени Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области с учетом новейших данных бурения и сейсморазведочных работ. В данной части работы представлены основания для перехода от пликративного подхода в интерпретации строения Кандымской группы к дизъюнктивному, разломно-блоковому. В главе подробно раскрывается эволюция представлений о структурно-тектоническом облике изучаемой территории, описываются особенности фациального устройства Чарджоуской ступени на примере геолого-промысловых данных Кандымской группы месторождений, а также участка Хаузак-Шады месторождения Денгизкуль.

В третьей главе описываются основные закономерности формирования, миграции и аккумуляции углеводородов в пределах области. В главе приводится подробная характеристика принципов локализации месторождений, устанавливаются доминирующие факторы, оказывающие влияние на онтогенез углеводородов на территории исследования.

В четвертой главе представлено детальное описание особенностей проведения геологоразведочных работ, принципов и основных направлений для локализации поисков, и разведки месторождений УВ в пределах исследуемой территории. На примере Кандымской группы месторождений описываются результаты и перспективы геологоразведочных работ.

Основное содержание работы

Первое защищаемое положение: «Система дизъюнктивных дислокаций, определившая основные блоки, в пределах которых сформировались месторождения Денгизкуль и Кандымская группа, возникла в результате сдвиговых деформаций, в условиях сжатия изучаемой части Амударьинского бассейна в доюрское время с последующей реактивацией на уровне неоген-четвертичных движений. Формирование структур в пределах Кандымской группы происходило синфазно образованию сложной и разветвленной системы дизъюнктивов».

Изучение особенностей осадконакопления и структурно-тектонического строения Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области ведется уже не один десяток лет. Большой объем сейсморазведочных работ и эксплуатационного бурения последнего десятилетия в пределах Кандымской группы месторождений и месторождения Денгизкуль позволяет по-новому и с большей детальностью взглянуть на особенности геологического строения территории.

Анализ региональных данных, а также промысловых материалов (бурение более чем 200-от скважин), результатов 3D сейсморазведки показал, что изучаемая площадь несмотря на

относительно спокойный поверхностный рельеф в прошлом испытывала достаточно серьезные тектонические деформации.

В отличие от более ранних работ, где на фоне общих региональных тектонических трендов большая часть структур рассматривалась с позиции пликативного строения, в диссертационной работе автором предложена разломно-блоковая модель Кандымской группы месторождений (основанная на принципах синфазного формирования структур и дизъюнктивов). Далее по тексту (Рисунок 2) приведен переход от первоначальной пликативной модели к авторской разломно-блоковой версии, основанной сначала на 2D, а затем и на 3D материалах.

Согласно результатам интерпретации 3D сейсморазведки, бурения эксплуатационного и разведочного фонда скважин, а также анализа полного спектра региональных данных, автором определено, что палеозойский комплекс имеет блоковое строение, все более молодые отложения наследуют формы постпалеозойского рельефа. Система дизъюнктивных дислокаций, определяющих границы блоков, возникла на границе каменноугольного и пермского периодов. Первоначально это была система сбросов. Впоследствии в условиях сжатия изучаемой части Амударьинского бассейна в доюрское время была сформирована система сдвиговых дислокаций, которая на сегодняшний день испытывает реактивацию, связанную с формированием альпийско-гималайской зоны складчатости.

Для обоснования влияния на структурный план исследуемой области и подтверждения активности тектонических движений автором выполнен анализ результатов исследования высокоточной космической съемки (месторождение Кандым за период с 2003 по 2015 год было отснято 15 раз).

Результаты были преобразованы в единую последовательную во времени цепочку карт смещений, аппроксимированную дополнительно линейной моделью. По результатам исследования было доказано, что даже в столь короткий срок удастся выявить активные тектонические движения в районе Кандымской группы (в том числе вздымание Кандымского купола), что безусловно говорит о серьезности и силе тектонических напряжений, имеющих место в районе Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области (Рисунок 3).

Исходя из этого, предлагаемая автором уточненная тектоническая концепция, сводится к тому, что система дизъюнктивных дислокаций, определившая основные блоки, в пределах которых сформировались месторождения Денгизкуль и Кандымская группа, возникла в результате сдвиговых деформаций, происходивших в условиях сжатия изучаемой части Амударьинского бассейна в доюрское время с последующей реактивацией на уровне неоген-четвертичных движений.

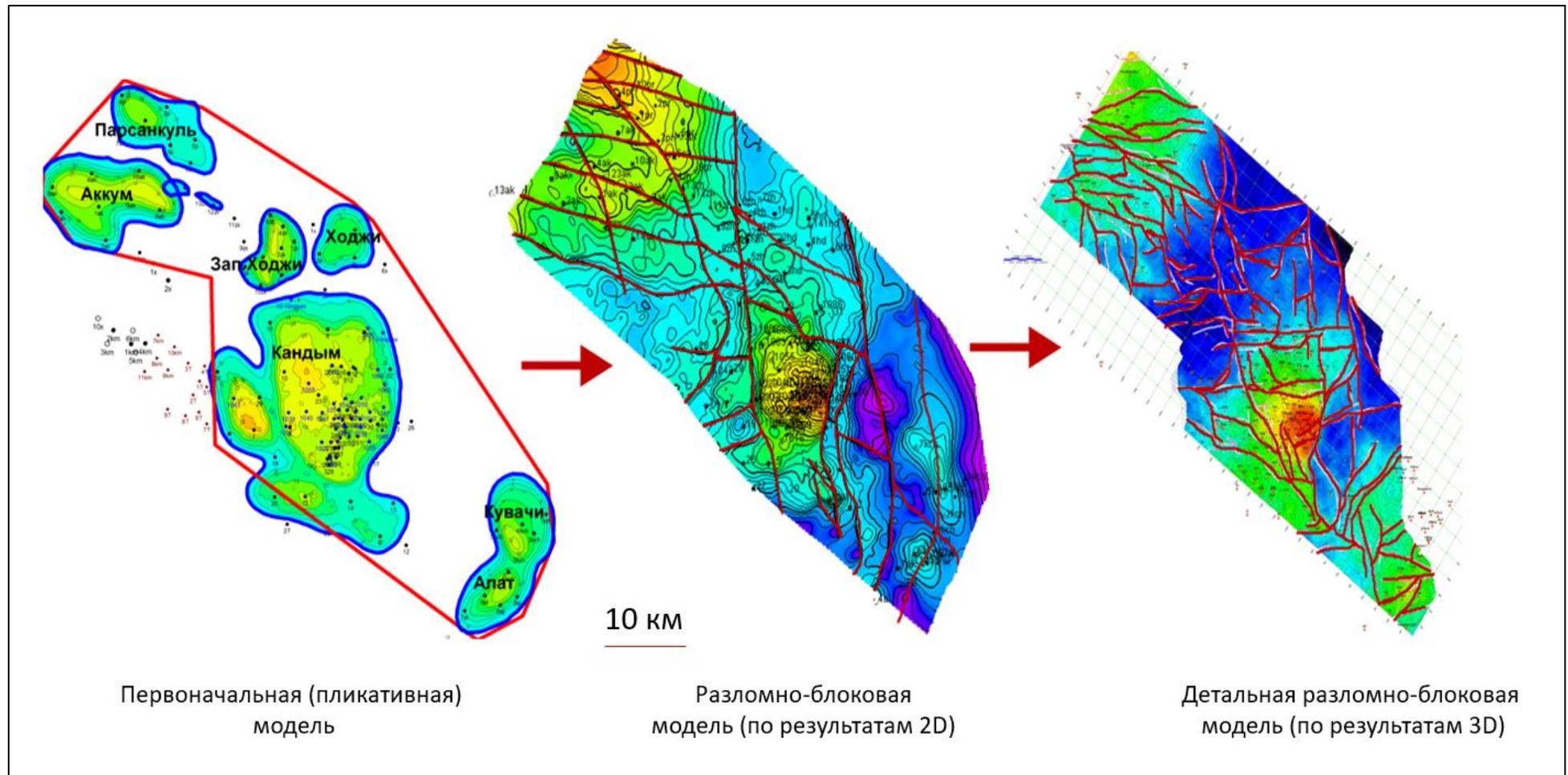


Рисунок 2 - Эволюция представлений о геологическом строении Кандымской группы месторождений (по автору)

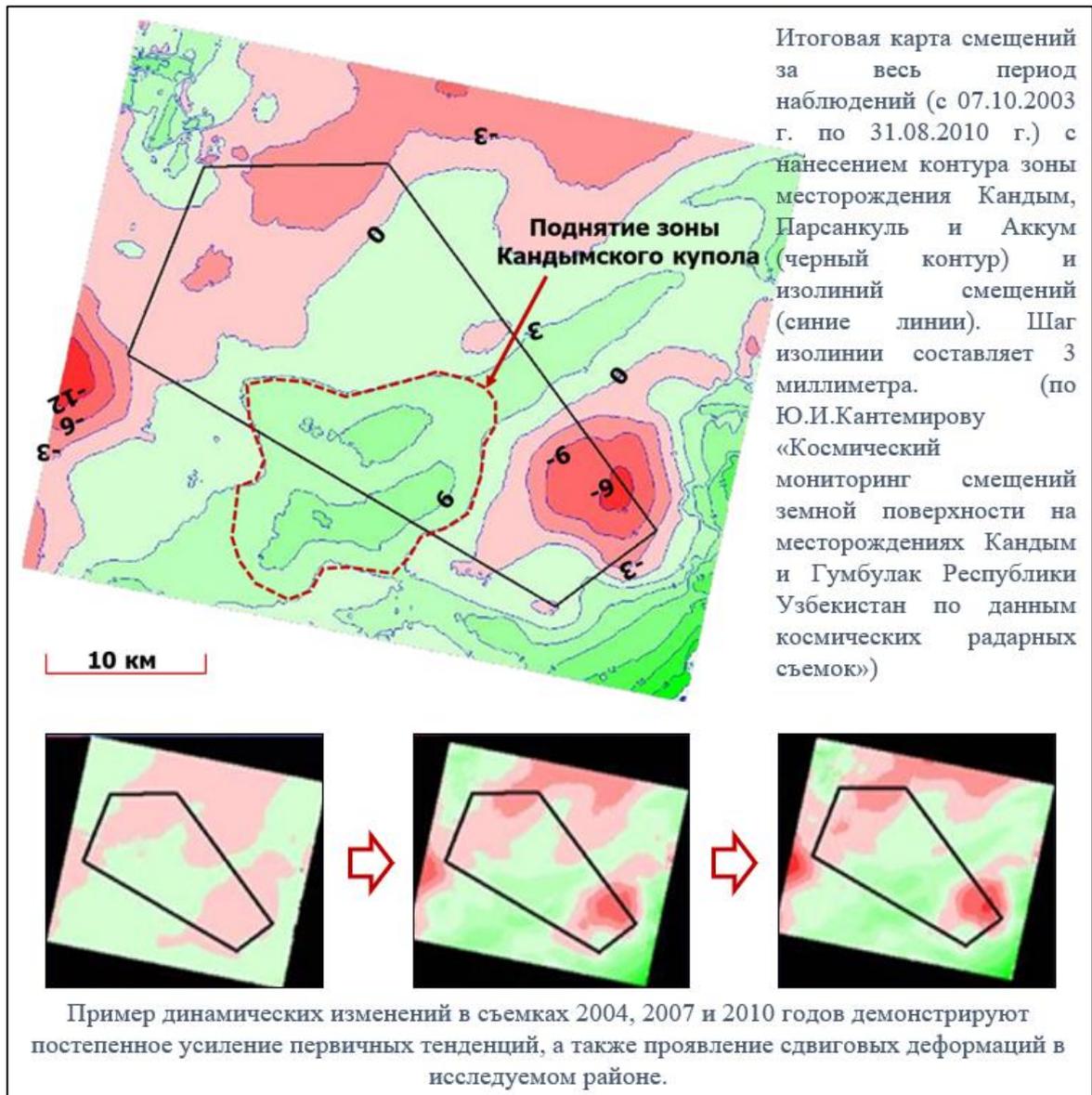


Рисунок 3 - Результаты космического мониторинга (выполнено автором по Ю.И. Кантемирову)

В диссертационной работе автором на основе анализа данных скважин (в том числе микро- и макроанализа керна) подтверждена и детально описана зональность и латеральная изменчивость отложений юрского возраста.

По мнению автора, процесс осадконакопления на изучаемой территории на протяжении ее развития с юрского времени, характеризовался устойчивым погружением, осложненным незначительными колебательными движениями различного знака и формированием непрерывного разреза юрских и меловых отложений. Так, в аален-байосе на территории Чарджоуской тектонической ступени существовал мелководный морской бассейн. В позднем байосе произошла регрессия моря, и повсеместно откладывались континентальные отложения. В конце средней юры (конец позднего бата – ранний келловей) начинается морская трансгрессия и в течение келловей-оксфордского времени накапливаются карбонатные отложения.

Формирование основного продуктивного комплекса (карбонатной формации) происходило в условиях относительно мелководного бассейна, имеющего тенденцию к периодическому обмелению. Данный процесс совпал с тектоническим дроблением Бухаро-Хивинской области на тектонические ступени, при этом внутри ступеней сохранялись палеовыступы фундамента, которые облекались вновь поступающими осадками.

Так в пределах Кандымской группы месторождений разрез представлен ритмично чередующимися глинистыми известняками, плотными и доломитизированными известняками, ангидритами и глинами, которые маркируют этапы регрессии моря. Вместе с тем, по результатам анализа микрошлифов автором выделена характерная особенность разреза - смена отложений вверх по разрезу соответствует все менее глубоководным фациям, от глинистых известняков пластов XV-3, XV-2, до ангидритизированных известняков пласта XV-1 с песчано-алевритовым прослоем в кровле цикла.

Для зоны участка Хаузак-Шады характерно развитие переходной толщи, связанной с развитием пласта XV-HP – по результатам анализа керна можно говорить о том, что толща сложена комковато-водорослевыми и водорослевыми известняками, коралловыми известняками и доломитами. XV-HP горизонт, в целом представляет собой толщу компенсации рифового массива с тыльной стороны и характеризуется слоистым строением. На Рисунок 4 приводится сводная схема геологического разреза северной части Бухаро-Хивинской области с выделением зон формирования рифовых тел в разрезе, наличием переходной зоны и зоны одиночных рифов.

Таким образом, по результатам анализа комплекса региональных исследований, а также данных сейсморазведки автором установлено, что формирование структур в пределах Кандымской группы происходило с участием сложной и разветвленной системы дизъюнктивов разного возраста, обоснован факт реактивации данной системы на современном этапе, и, как следствие, на этой основе предложен отказ от ранее принятой пликативной модели строения месторождений.

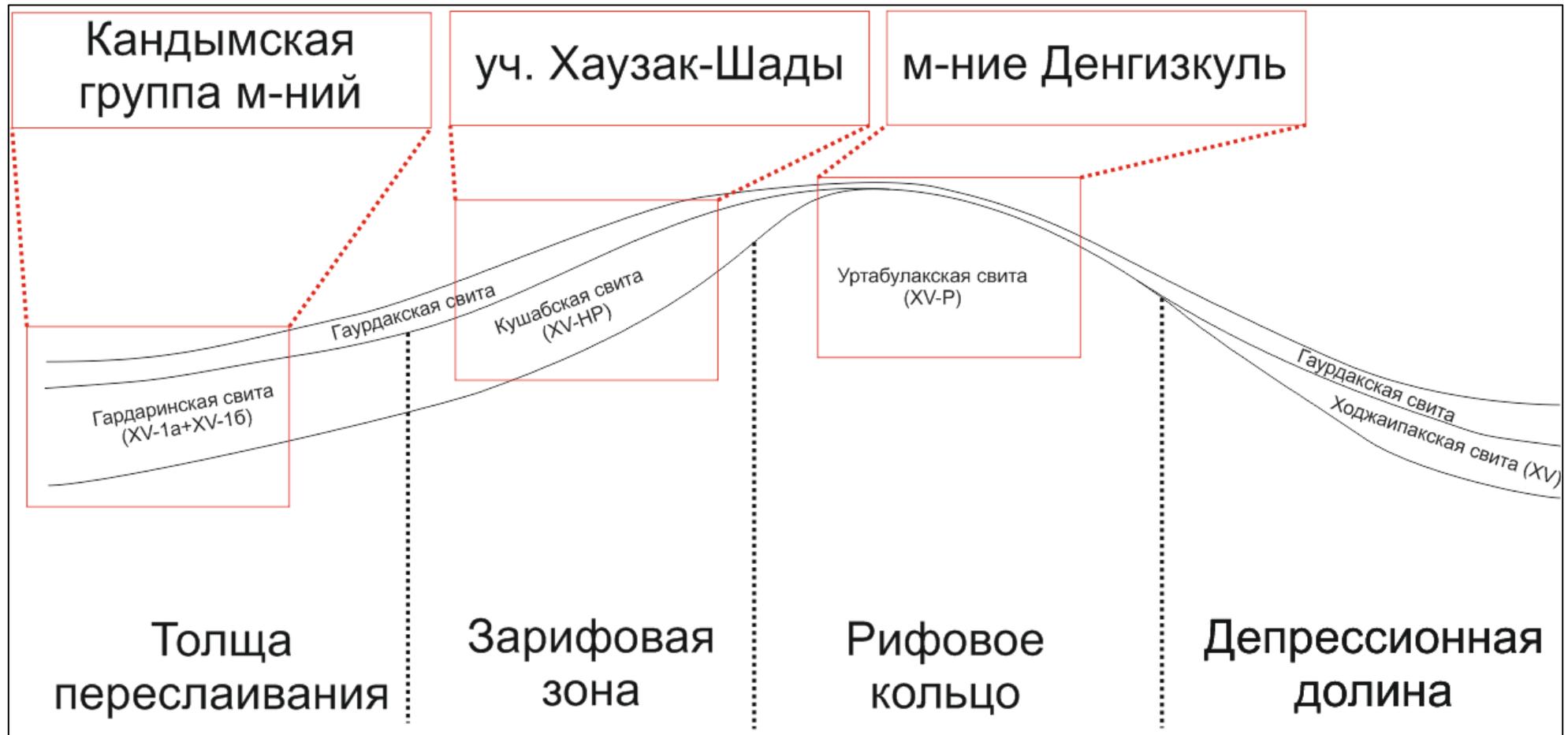


Рисунок 4 - Геологическое строение верхнеюрских отложений исследуемой территории

(по автору)

Второе защищаемое положение: **«В пределах Кандымской группы месторождений подтверждено существование целостной углеводородной системы, представленной двумя комплексами продуктивных отложений юрского и мелового возраста, источником УВ для которых является нефтегазоматеринская толща ранне- и среднеюрского возраста».**

По результатам проведенного анализа и построения двумерной модели УВ-системы центральной и северной части Амударьинской провинции автором подготовлена сводная литохроностратиграфическая таблица, описывающая особенности строения геологического разреза провинции и принципы его формирования (Рисунок 5). Из этих материалов следует, что геологический разрез сложен преимущественно терригенными отложениями, исключениями являются палеозойский комплекс фундамента и метаморфизованных отложений, карбонатная и сульфатная толща позднеюрских отложений, а также раннепалеогеновый комплекс карбонатов. С точки зрения нефтегазоносности в разрезе изучаемой территории выделяются два основных комплекса – это позднеюрский карбонатный разрез, являющийся основной продуктивной зоной на многих месторождениях провинции, а также комплекс терригенных отложений мелового возраста. Основной нефтегазоматеринской толщей является комплекс ранне- и среднеюрских отложений, представленный терригенными отложениями с примесью углистого материала. Указанные отложения отвечают за формирование подавляющей массы всего УВ-флюида, имеющегося в пределах провинции.

Автором также рассматривались гипотезы, связанные с тем, что часть УВ региона могла сформироваться из раннемеловых и позднеюрских отложений, однако данные комплексы не оказали существенного влияния на объем сгенерированных УВ. В работе обосновано, что окончательное созревание органического вещества происходило в глубокопогруженных зонах в центральной части бассейна – сам процесс вторичной миграции происходил по восстанию пластов и приводил к последовательному заполнению ловушек структурного, стратиграфического и комбинированного характера.

В ходе анализа структурно-тектонического строения подтверждено, что формирование ловушек происходило с доюрского времени и продолжается по настоящее время – осуществляется активизация исторически сложившейся системы нарушений, а также формирование новой, что является результатом современной альпийско-гималайской складчатости. Помимо прочего в пределах провинции встречаются и ловушки, сопряженные с зонами угловых несогласий, а также рифовыми телами (массивные залежи).

Таким образом, на территории центральной и северной части Амударьинской провинции по результатам детального анализа региональных и детальных материалов автором выделена целостная углеводородная система, представленная двумя комплексами продуктивных отложений юрского и мелового возраста, нефтегазоматеринской толщей ранне- и среднеюрского

возраста, а также системой ловушек различного класса, формирование которых происходит и сегодня. По результатам выполненного в диссертационной работе анализа подчеркивается, что изучение устройства УВ-системы несет большие преимущества в рамках планируемых поисковых работ в пределах провинции, а также открывает перспективы доразведки в пределах уже открытых месторождений.

Третье защищаемое положение: «Основой для проведения поисково-разведочных работ в данном регионе является поиск структурных объектов, стратиграфических и литологических ловушек, где решающим признаком нефтегазоносности является их раскрытие с южной и юго-восточной стороны. Опоискование новой выявленной по результатам сейморазведки 3D структуры Западные Кувачи обеспечит значительный прирост ресурсной базы в пределах Кандымской группы.»

Автором подготовлен свод рекомендаций по проведению дальнейших геолого-поисковых мероприятий в пределах Амударьинской газонефтеносная провинции, которые касаются как региональных работ и опоискования новых продуктивных комплексов и районов, так и локальных работ по доразведке месторождений Кандымской группы. Все наработки являются обобщением успешных практик, достигнутых в регионе за последние полвека, а также учитывают результаты последних ГРР, выполненных на территории Кандымской группы с участием автора.

Для проведения оценки перспектив продуктивности меловых залежей в пределах исследуемой территории автором приводятся рекомендации по выполнению комплекса работ, включающих:

- 1) Использование данных сейморазведки, а также бурения для установления мощности эвапоритового комплекса (гаурдакской свиты), его дислоцированности, наличия тектонических смещений, превышающих мощность продуктивного разреза;
- 2) Определение литологического состава пород флюидоупора;
- 3) Создание модели удерживающей способности покрывки и установление возможности сквозной миграции флюида;
- 4) Проведение расширенного комплекса ГИС (с включением акустического каротажа, методов оценки водородосодержания, потенциально ЯМК) в зоне отложений XIV горизонта при бурении транзитного фонда скважин.

Наличие УВ в меловых отложениях в пределах Амударьинской газонефтеносной провинции является доказанным. Стоит отметить, что наиболее простым способом выявления подобных залежей, по мнению автора, является детальное картирование гаурдакской свиты в пределах исследуемых площадей. Прекрасным примером можно назвать месторождение Газли, расположенное за границей распространения соленосно-ангидритовых отложений – в этом

случае газ мигрирует в песчаные тела, ограниченные глинистыми флюидоупорами и консервируется в виде залежей УВ.

Однако существуют и примеры залежей газа, выявленные в пределах распространения отложений гаурдакской свиты (например, на месторождении Кувачи-Алат, где газоносность XIV горизонта доказана испытаниями). Причина формирования подобных залежей состоит в наличии тектонических нарушений, которые, нарушая сплошность флюидоупора, позволяют углеводородам мигрировать в отложения мелового комплекса.

В рамках защиты второго положения автором работы были сделаны выводы о том, что формирование залежей в верхнеюрских карбонатных отложениях произошло на путях струйной латеральной миграции углеводородов в северо-западном направлении с юга и, очевидно, с юго-востока, со стороны погруженных зон – прогиба Амударьинской депрессии и Мургабской впадины. Автором доказано, что наличие надежной галогенно-сульфатной покрышки является показателем незначительного числа залежей газа в меловых отложениях и одновременно является свидетельством наличия залежей газа в любой структурной ловушке находящейся в пределах распространения данной покровной толщи. Описанный механизм формирования залежей в пределах Кандымской группы месторождений приведен автором ниже (Рисунок 6).

Таким образом, по результатам анализа можно сделать вывод, что столь большой объем крупных залежей углеводородов в районе Чарджоуской и Бухарских ступеней объясняется наличием широко представленных пород коллекторов, серьезного флюидоупора в виде сульфатно-галогенной покрывающей пачки гаурдакской свиты, мощного очага генерации, локализованного в районе Мургабской впадины, возможностями для латерального перемещения флюида и присутствием крупных складчатых тел, приуроченных к разломам и сдвигам высокого порядка. Руководствуясь данными предпосылками, автор считает, что основой для проведения поисковых работ в данном регионе должен стать поиск классических структурных объектов, стратиграфических и литологических ловушек с раскрытием с южной и юго-восточной стороны, поскольку очаг генерации расположен именно в юго-восточной части провинции.

При непосредственном участии автора диссертации, в рамках описанных выше ГРП, были проведены поиск и доразведка ряда перспективных объектов на исследуемой территории. Так, наименее исследованный сегмент Кандымской группы месторождений находился на ее восточном окончании. Данная территория была недоизучена при выполнении 2D сейсмических исследований, но при этом была расположена между двумя крупнейшими месторождениями лицензионного блока – Кандымом с запада и Кувачи-Алатом с востока. Зона площадью более 100 кв. км интерпретировалась по результатам 2D съемки как пологая моноклиналь с плавным понижением в юго-восточном направлении без перспектив наличия залежей УВ.

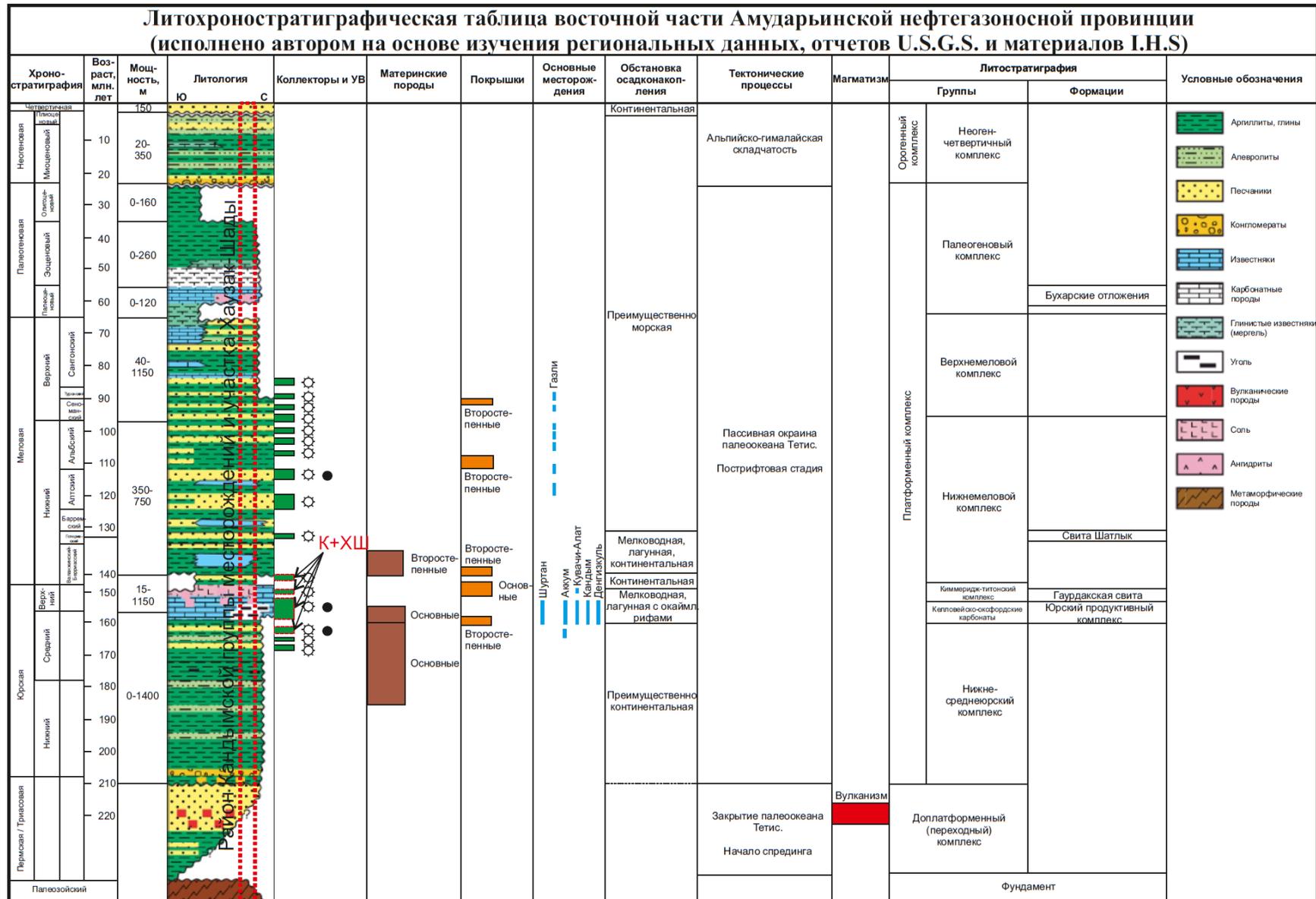


Рисунок 5 - Литохроностратиграфическая таблица Амударьинской газонефтеносной провинции (выполнено автором на основе изучения региональных данных, отчетов U.S.G.S. и материалов I.H.S.)

При этом, учитывая безусловное прохождение миграционных путей флюида через данную зону (основные принципы миграции сформулированы в диссертации), наличие любой незначительной структурной ловушки привело бы к формированию нового месторождения УВ.

При относительной бесперспективности данной зоны с точки зрения сейсморазведочных работ 2D, аномально выглядела скважина №13, пробуренная в 1972 году. Испытания, проведенные в основном продуктивном интервале коллекторов юрских отложений, показали наличие промышленных притоков газа (до 200 тыс. м³/сут).

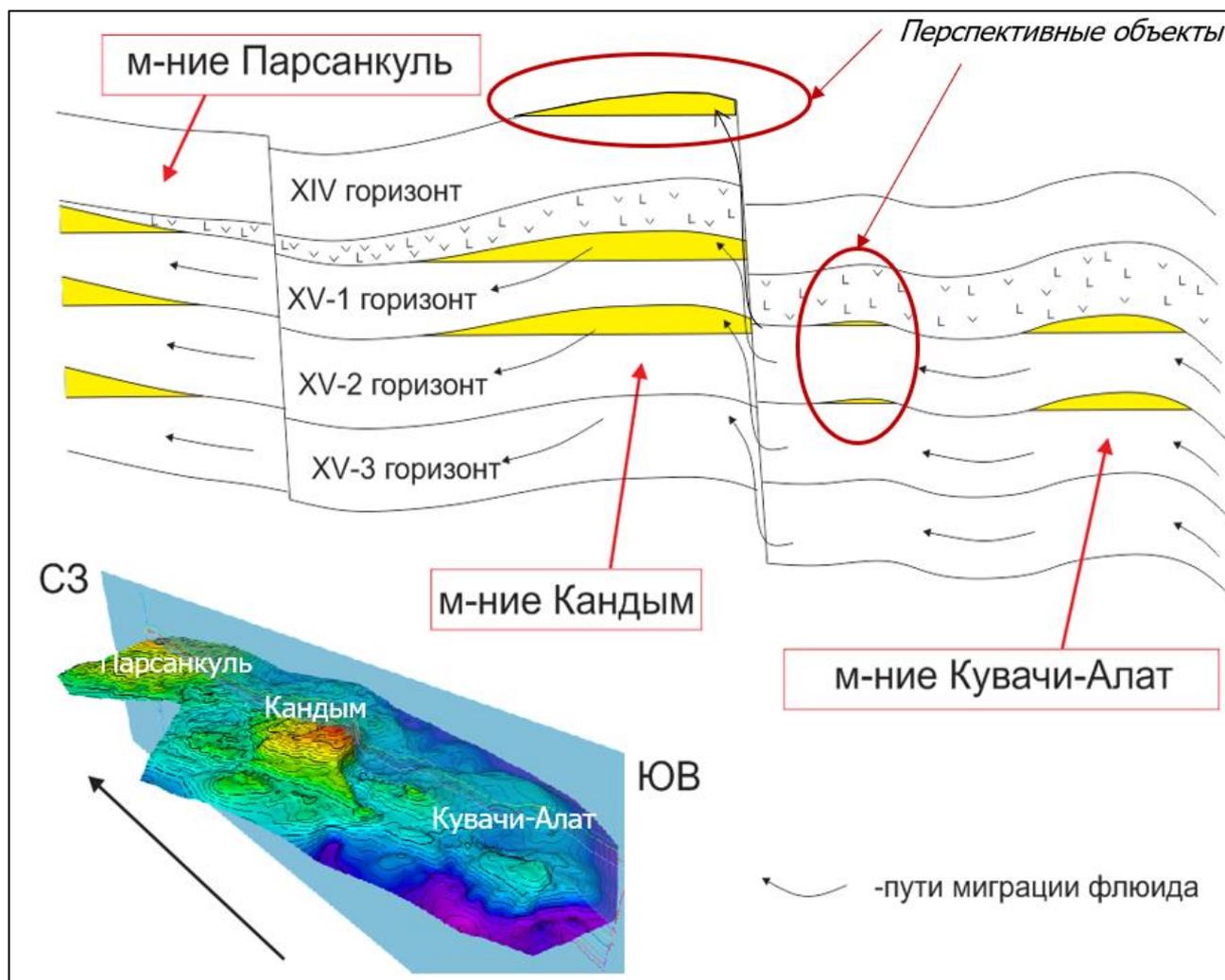


Рисунок 6 - Схема формирования залежей Кандымской группы месторождений (по автору)

Решение о плотном покрытии зоны сейсморазведкой 3D, в отличие от редкой сети 2D профилей, позволило по-новому взглянуть на изучаемую территорию - впервые была выделена крупная антиклинальная структура, получившая название Западные Кувачи (Рисунок 7), скважина 13-Кандым в свою очередь оказалась приуроченной к краевой части данной структуры и фактически указала на положение контура газоносности открытого месторождения.

В связи с открытием новой структуры было принято решение о корректировке программы доразведки группы месторождений и бурении разведочных скважин в купольной области вновь открытой площади.

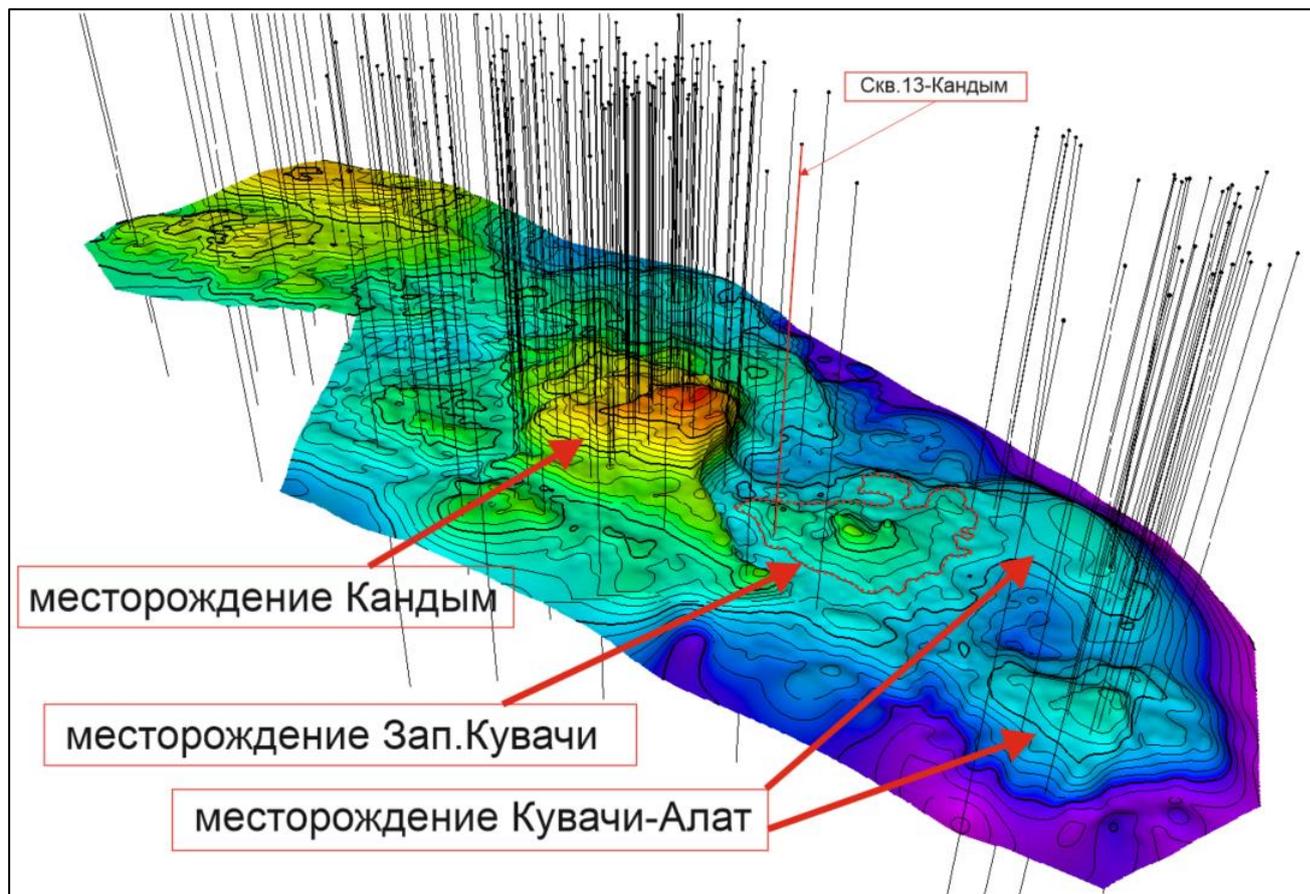


Рисунок 7 - Выявленное по результатам сейсморазведки 3D месторождение Западные Кувачи (по автору)

Заключение

В рамках диссертационной работы автором выполнен анализ геологического строения Амударьинской провинции в целом и центральной части Чарджоуской ступени Бухаро-Хивинской области в частности, по результатам агрегирования всего спектра доступной информации представлена консолидированная картина, свидетельствующая об особенностях строения разреза данного региона, выделены основные продуктивные комплексы и проанализированы особенности их распределения по площади. С помощью информации, полученной по результатам геологоразведочных работ на площадях Кандымской группы месторождений и участка Хаузак-Шады месторождения Денгизкуль, уточнены и детализированы имеющиеся исторические региональные данные.

Автором установлено влияние тектонических и литологических факторов на формирование залежей УВ в пределах Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области, предложена разломно-блоковая концепция геологического строения Кандымской группы месторождений. На основе изучения керна новых скважин детализировано палеогеографическое разнообразие условий осадконакопления в позднеюрское время. Установлено, что для рифовой зоны основным фактором, приводящим к формированию залежей, является морфология органогенных построек, а для лагунной части структурный фактор является доминирующим.

В части структурно-тектонического развития изучаемой территории автором было отмечено, что несмотря на отсутствие серьёзного влияния альпийско-гималайской складчатости на тектонический облик Амударьинской газонефтеносной провинции, ей свойственно наличие разломно-сдвиговых парагенезов, являющихся результатом реактивации разломов доюрского заложения. Определенное влияние на сложившийся структурный облик безусловно оказывает и блоковая структура фундамента.

В работе уделено внимание так называемым «малым» разломам, имеющим характер деструкций волнового поля. Они рассматриваются как элемент закономерной сдвиговой системы (парагенеза), которые могут как улучшать коллекторские свойства пластов, так и образовывать латеральные литолого-тектонические экраны (в случае «залечивания» открытой трещиноватости). Вопрос об их проводимости остается открытым и должен изучаться дополнительно по мере появления новых промысловых данных.

В рамках анализа структурно-тектонической модели Кандымской группы месторождений выполнено ранжирование разломов модифицированной тектонической модели по степени их уверенного выделения по сейсмическим данным для использования в работе по подсчету запасов углеводородов в пределах Кандымской группы месторождений.

Внедрение генерализованной «упрощенной» тектонической модели, предложенной автором, позволило реализовать адекватную подсчетную и гидродинамическую модель группы месторождений. «Полная» (детальная) модель рекомендуется автором для использования в рамках анализа перспектив ГРП, анализа рисков и оценки факторов тектонической трещиноватости. Таким образом, авторская модель не только увязывает с точки зрения тектоники уже установленные противоречия в промысловых данных, но и предлагает элемент прогноза для дальнейших ГРП.

В диссертации автором установлены особенности формирования залежей, включая структурные и фациальные особенности, схемы взаимосвязи между накоплением коллекторских отложений, началом генерации УВ, формированием ловушек нефти и газа. Данный комплексный подход к анализу позволил более точно понять принципы локализации залежей и ответить на

вопросы о том, каким образом должны проводиться геологоразведочные мероприятия в пределах северно-восточной части Амударьинской провинции.

При участии автора и на основе созданной им разломно-блоковой модели было выполнено бурение нескольких разведочных скважин в западной части лицензионной территории. Результаты бурения подтвердили наличие сложной системы дизъюнктивных нарушений, влияющих на зональность распределения УВ по площади. Предложенный в диссертационной работе комплексный анализ региональных материалов и результатов детальных геологоразведочных работ позволил открыть в пределах Кандымской группы месторождений дополнительную УВ-залежь в районе купола Западные Кувачи.

Предложенные автором в работе дополнительные поисковые объекты, связанные с вышележащими продуктивными горизонтами, а также продемонстрированные возможности по выявлению пропущенных объектов позволят и дальше наращивать объем запасов в пределах лицензионной площади и открывать новые перспективные горизонты в рамках всей Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области.

По результатам выполненного в диссертационной работе исследования можно утверждать, что потенциал отрасли состоит не только в поиске новых провинций и новых углеводородных гигантов, но и в умелом использовании ресурсной базы уже имеющихся и открытых нефтегазоносных районов – агрегирование исторических данных, проведение комплексных программ доразведки, использование новых технологий поиска УВ в старых регионах обязательно принесет новые открытия и позволит дать вторую жизнь уже «стареющим» областям и группам месторождений.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

Статьи в изданиях, рекомендуемых ВАК при Минобрнауки России:

1) Горбачев С.Д. Применение комплексных программ доразведки в районах с высокой степенью изученности (на примере Кандымской группы месторождений) / С.Д. Горбачев, В.А. Бочкарев, А.В. Бочкарев, Г.П. Кузнецова // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2018. - №1. – С.11-17.

2) Горбачев С.Д. Разломно-блоковая модель строения Кандымской группы месторождений / С.Д. Горбачев, В.А. Бочкарев, А.В. Бочкарев, Г.П. Кузнецова // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2018. - №2. – С.4-15.

Публикации в других изданиях и материалы выступлений на конференциях:

1) Горбачев С.Д. Эволюция концепции геологического строения Кандымской группы месторождений. Новые подходы к разведке и разработке. / С.Д. Горбачев, А.А. Заршиков, В.А. Бочкарев // Ежегодная конференция геологической службы ПАО «ЛУКОЙЛ» - Москва – 2014.

2) Горбачев С.Д. Создание геологической модели Кандымской группы месторождений на основе уточняющего регионального анализа и проведенных геологоразведочных работ / С.Д. Горбачев // Сборник статей 5-ой Всероссийской студенческой научно-практической конференции «Российская и мировая нефтегазовая экономика: проблемы и перспективы» - Пермь – 2014.

3) Горбачев С.Д. Концепция геологического строения Бухаро-Хивинской газонефтяной области. Особенности формирования залежей УВ и перспективы проведения геологоразведочных работ в пределах Кандымской группы месторождений. / С.Д. Горбачев // Сборник тезисов 71-ой Международной молодежной конференции «Нефть и газ - 2017» - Москва - 2017 – т.1. – С.36

4) Горбачев С.Д. Концепция геологического строения залежей УВ в пределах Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области. Особенности тектонического строения и условия формирования основного продуктивного комплекса. / С.Д. Горбачев // Сборник тезисов 72-ой Международной молодежной конференции «Нефть и газ - 2018» - Москва - 2018 – т.1. – С.28