

На правах рукописи



ОТМАС Андрей Александрович

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ
ЛОКАЛЬНЫХ СТРУКТУР КАЛИНИНГРАДСКОГО РЕГИОНА
В СВЯЗИ С НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ**

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

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Санкт-Петербург – 2011

Работа выполнена в Федеральном государственном унитарном предприятии «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (ФГУП «ВНИГРИ») и Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования Санкт-Петербургском государственном горном университете (СПГГУ)

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук, профессор

Козлов Александр Владимирович

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук

Маргулис Лазарь Соломонович

кандидат геолого-минералогических наук

Винокуров Илья Юрьевич

Ведущее предприятие: ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга»

Защита диссертации состоится «27» января 2012г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 216.008.01 при Федеральном государственном унитарном предприятии «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (ФГУП «ВНИГРИ») по адресу: 191014, Санкт-Петербург, Литейный проспект, 39, зал заседаний Ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУП «ВНИГРИ»

Автореферат разослан «19» декабря 2011г.

Ученый секретарь диссертационного совета

кандидат геолого-минералогических наук

Григорьев Г.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Калининградская область – самый западный регион Российской Федерации, отделенный от основной части страны сухопутными границами иностранных государств и международными водами. Близость к европейским странам, а также прямой выход к морю делают регион экономически привлекательным для развития экспортно-импортных отношений. Нефтедобывающая промышленность в Калининградской области благоприятно сказывается на развитии региона, обеспечивая рост налоговых отчислений, увеличение рабочих мест, улучшение социально-экономической ситуации. Целесообразность дальнейшего развития отрасли очевидна, равно как и привлечение недропользователей к освоению нераспределенного фонда недр.

Одной из основных целей геологоразведочных работ на нефть является воспроизводство запасов для поддержания достигнутых уровней добычи. Несмотря на то, что большинство основных месторождений в настоящее время в значительной степени выработаны, развитая инфраструктура, высокая цена на нефть и близость рынков сбыта способствуют освоению все более мелких залежей. Главным объектом нефтепоисковых работ в Калининградской области и прилегающей акватории российского шельфа были и остаются структурные ловушки кембрийского нефтегазоносного комплекса (НГК). Исследованию данных объектов, изучению перспектив их дальнейшего освоения, а также прогнозированию параметров новых структур и обоснованию первоочередных направлений геологоразведочных работ (ГРП) в регионе посвящена настоящая работа.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Прогноз локальных тектонических показателей нефтеносности, выбор перспективных направлений и объектов нефтепоисковых работ на основе изучения морфологии, закономерностей размещения и формирования структурных ловушек Калининградской области и прилегающей акватории российского сектора Балтийского моря.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ:

1. Анализ морфологии локальных структур и выявление закономерностей их размещения с целью прогноза параметров складчатости в различных районах региона.
2. Выполнение палеотектонических исследований с целью изучения истории формирования локальных поднятий и выделения основных этапов роста структур.

3. Оценка ресурсного потенциала локальных объектов Калининградского региона.

4. Обоснование перспективных направлений и объектов геологоразведочных работ на нефть в регионе.

ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ. Диссертация построена на основе самостоятельных исследований автора в области геологии и нефтегазоносности юго-восточной части Балтийской синеклизы. Собраны и проанализированы сведения по локальным поднятиям региона (около 200), учтены материалы поискового бурения (более 200 скв.) и сейсморазведки. В работе были использованы многочисленные публикации по заявленной тематике, а также производственные и научные отчеты, собранные в организациях, занимающихся проблемами нефтегазоносности региона (ФГУП «ВНИГРИ», ФГУП «ВНИГНИ», ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть», ООО «Калининграднефть», Калининградская нефтегазодобывающая геологоразведочная экспедиция и др.).

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ. Комплексное использование методов и способов морфологического анализа, палеотектонических реконструкций, вариантной ресурсной оценки и количественного прогноза на основе геолого-геофизических данных по региону с применением компьютерных картографических программ ArcGis, Surfer и др.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА:

1. Впервые на количественной основе выполнен прогноз числа и размеров локальных поднятий региона с учетом их приуроченности к крупным тектоническим элементам. Общее число прогнозируемых поднятий составило 510 единиц, включая 157 установленных ранее.

2. Выполнен сравнительный палеоструктурный анализ локальных объектов суши и моря, выделены этапы развития структур. Показано влияние посткаледонской тектоники на морфологию и сохранность малоамплитудных (до 20м) структурных ловушек.

3. Впервые выполнен прогноз аккумуляционного (емкостного) потенциала локальных объектов региона.

4. На основе выявленных закономерностей размещения структур и выполненной геолого-экономической оценки дан прогноз числа рентабельных для освоения объектов на суше Калининградской области и в акватории российского

шельфа Балтийского моря, обоснованы перспективные направления и объекты поисковых ГРР.

ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ:

1. Установлена неравномерность распространения локальных структур и зависимость их морфологических параметров от тектонической приуроченности к крупным структурным элементам. Это позволило в пределах российской части Балтийской нефтеносной области в кембрийском НГК прогнозировать выявление около 500 локальных объектов, при 157 оконтуренных; среди них наиболее крупные ловушки площадью от 10 до 30 км² составляют 4%, мелкие структуры до 1 км² - 60%.

2. В большинстве случаев основной рост локальных поднятий региона приходится на заключительный этап каледонской складчатости, на герцинском этапе структуры развивались в основном унаследованно, а тектонические движения альпийской складчатости носили преимущественно расформирующийся характер и могли отрицательно сказаться на существовании мельчайших структур амплитудой 10-20 м.

3. Оценка аккумуляционного (емкостного) потенциала локальных структур кембрийского нефтеносного комплекса показала, что нефть может занимать 35% объема всех локальных поднятий региона при среднем коэффициенте заполнения ловушки по амплитуде 0,6. При этом оценены суммарные объемы нефти в пределах невыявленных локальных объектов - они составляют около 80 млн.т геологических ресурсов.

4. Установленные закономерности распространения локальных поднятий в комплексе с анализом геолого-экономических факторов позволили осуществить прогноз выявления новых структур, выполнить вариантную оценку локализованных ресурсов на структурах нераспределенного фонда, определить первоочередные объекты геолого-геофизических исследований, предложить участки для лицензирования, рекомендовать программу ГРР на этих участках, выполнить предварительную оценку числа рентабельных объектов на суше и в акватории рассматриваемого региона.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАБОТЫ. Выделенные по результатам проведенных исследований локальные объекты и обоснованные направления работ легли в основу программы геологоразведочных работ и лицензирования на углеводородное сырье (УВС) в Калининградском регионе, принятых Управлением по недропользованию по Калининградской области (Калининграднедра)

(Протокол №3 от 14.06.2011), и вошли составной частью в геологические отчеты ФГУП «ВНИГРИ».

ПУБЛИКАЦИИ И АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ. Основные положения работы обсуждались на 61-ой студенческой конференции «Нефть и газ 2007» в РГГУ им. Губкина (Москва); 9-ом Международном форуме ТЭК (Санкт-Петербург, 2009); ежегодной конференции молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение» (Санкт-Петербург, СПГИ (ТУ), 2007-2009); Международной конференции молодых ученых «XLVIII Sesji Studenckich kol naukowuch pionu gorniczego Akademii Gorniczo-Hutniczej» (Польша, Краков, 2008); 1-ой Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, посвященной памяти академика А.П.Карпинского (Санкт-Петербург, ВСЕГЕИ, 2009); ежегодной Международной конференции молодых ученых «Challenges and Solutions in Mineral Industry» во Фрайбергской горной академии (Германия, Фрайберг, 2009); II международной конференции молодых ученых и специалистов «Ресурсно-геологические и методические аспекты освоения нефтегазовых бассейнов» (Санкт-Петербург, ФГУП «ВНИГРИ», 2011).

По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, в том числе 5 работ в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Работа выполнена под руководством доктора геолого-минералогических наук, профессора А.В. Козлова, которому автор выражает самую искреннюю и глубокую признательность за постоянную поддержку, внимание и помощь в решении многих вопросов. В процессе работы неоценимую помощь советами и консультациями оказали д.г.-м.н. В.Н. Макаревич, к.г.-м.н. В.Б. Арчegov, к.г.-м.н. В.М. Десятков, к.г.-м.н. Ю.И. Зытнер, к.г.-м.н. В.Н. Шеин и многие другие сотрудники СПГГУ, ФГУП «ВНИГРИ», ООО «ЛУКОЙЛ-КМН» и др.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 80 наименований, содержит 52 рисунка и 15 таблиц. Общий объем работы – 160 страниц.

ВО ВВЕДЕНИИ обоснована актуальность и новизна темы, сформулированы цель и основные задачи исследований, показана их практическая направленность.

В ПЕРВОЙ ГЛАВЕ приведены общие сведения о регионе, рассмотрены вопросы геолого-геофизической изученности, литолого-стратиграфическая характеристика отложений, тектоника и нефтегазоносность региона.

ВО ВТОРОЙ ГЛАВЕ анализируются морфологические характеристики локальных структур региона и особенности их размещения; на основе установленных закономерностей дается прогноз выявления новых структур с дифференциацией по классам крупности.

В ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ приведена история формирования локальных поднятий. При этом в основу палеотектонических реконструкций положен метод анализа мощностей с использованием изопахических треугольников и палеотектонических профилей.

ЧЕТВЕРТАЯ ГЛАВА посвящена ресурсной оценке локальных поднятий региона. На основе фактических данных рассчитаны коэффициенты подтверждаемости и достоверности запасов и ресурсов, оценен аккумуляционный (емкостной) потенциал структурных ловушек. Для объектов нераспределенного фонда выполнена вариантная оценка локализованных ресурсов.

В ПЯТОЙ ГЛАВЕ по результатам проведенных исследований выделяются перспективные направления и первоочередные для дальнейшего изучения локальные объекты, предлагаются участки для лицензирования и рекомендуется программа ГРП на этих участках.

В ЗАКЛЮЧЕНИИ подведен итог исследований и обобщены основные выводы по разделам работы, подтверждающие, что потенциал структурных ловушек региона как нефтепоисковых объектов еще далеко не исчерпан.

ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ИХ ОБОСНОВАНИЕ

1. Установлена неравномерность распространения локальных структур и зависимость их морфологических параметров от тектонической приуроченности к крупным структурным элементам. Это позволило в пределах российской части Балтийской нефтеносной области в кембрийском НГК прогнозировать выявление около 500 локальных объектов, при 157 оконтуренных; среди них наиболее крупные ловушки площадью от 10 до 30 км² составляют 4%, мелкие структуры до 1 км² - 60%.

В процессе научных исследований существенное внимание было уделено изучению морфологии локальных структур региона, закономерностей их распространения, перспективам поиска новых объектов. При этом под локальной структурой понималась замкнутая антиклинальная складка в породах осадочного чехла, выраженная по одному или нескольким горизонтам.

Всего учтены данные по 157 структурам. Это структурные ловушки, контролируемые все открытые залежи нефти, объекты резервного фонда (подготовленные и выявленные), а также ряд выведенных из бурения пустых

структур, подтвержденных как локальные поднятия. В основном данные объекты представлены куполовидными и брахиантиклинальными складками небольших размеров – площадью от 0.1-0.3 км² (Новостроевская, Забродинская структуры) до 27-33 км² (структуры D6 и D2), и амплитудой от 5-10 м (Западно-Нахимовская, Новостроевская структуры, северный купол Восточно-Горинского месторождения) до 80-90 м (поднятия Ладужкинского и Красноборского месторождений).

Если морфологические параметры антиклинальных поднятий являются непосредственными характеристиками локальных объектов, то к региональным и зональным показателям локальной складчатости могут быть отнесены: а) плотность локальных структур, б) структуроносность территории. Под плотностью понимается отношение занятой суммарной площади структур к площади всего перспективного участка; структуроносность – это число антиклинальных структур, приходящихся на 1000 км².

На примере локальных структур Сибирской платформы и Тимано-Печорской провинции известно, что плотность локальных структур неравномерна и во многом зависит от их тектонической приуроченности.

В исследуемом регионе половина всех наиболее крупных (площадью более 10 км²) локальных поднятий суши и моря приурочены к линейно вытянутым структурам II порядка – тектоническим валам, занимающим в сумме не более 10% от всей площади исследуемого региона. Отметим также, что 12 из 15 (80%) наиболее крупных по площади (> 3 км²) месторождений также расположены на валах (Калининградском и Западно-Куршском).

Этот же класс наиболее крупных структур (10-30 км²), составляющий по численности лишь 12% от всех рассмотренных локальных поднятий региона, занимает 50% всей площади локальных структур региона. И наоборот, мелкие и мельчайшие локальные структуры площадью до 3 км², составляющие по численности 70%, занимают общую площадь лишь 15%.

Зависимость распределения числа структур по классам крупности и их суммарной площади в классе является, как правило, универсальной для регионов и может быть использована в прогнозировании.

Плотность локальных поднятий на тектонических валах (Калининградском, Западно-Куршском) достигает 17-20%. Меньшая плотность локальных поднятий (12-13%) характерна для территории Дружбинского выступа, этот факт может быть связан с затуханием амплитуды и интенсивности складчатости с удалением от Дружбинского разлома.

Следует отметить, что практически все зоны развития разрывных нарушений характеризуются повышением плотности структур по сравнению со смежными участками (например, Маршальская, Гаевская приразломные зоны на Самбийской ступени и др.), что в целом вполне объяснимо генетической связью локальных поднятий с разрывной тектоникой.

Значительно меньшая плотность структур отмечается на ступенях (Гусевская, Горинская, Багратионовская), в депрессиях (Зеленоградская, Мамоновская, Прегольская, Северо-Самбийская) и на моноклиналях (Большаковская, Балтийская). Здесь этот показатель составляет обычно 1-2%, редко достигая 3-4% и выше (до 5-6%).

Исходя из проведенного анализа морфологических особенностей локальных элементов складчатости в регионе, а также выявленных закономерностей распространения этих объектов в зависимости от показателей складчатости (плотности, структуроносности, соотношения численности структур и их общей площади по классам и т.п.) и от приуроченности к более крупным структурным элементам, был дан количественный прогноз выявления новых поднятий и их распределения по размерам. По результатам выполненной прогнозной оценки всего в Калининградской области и прилегающей акватории российского сектора Балтийского моря фонд локальных поднятий кембрийского нефтеносного комплекса (включая структуры месторождений, подготовленные и выявленные объекты резервного фонда, а также новые еще не оконтуренные поднятия) составляет 510 структур, в т.ч. 181 структура (35% от всех структур) площадью менее 0,3 км², 130 структур (25%) площадью 0,3 – 1,0 км², 117 (23%) структур площадью 1 – 3 км², 61 структура (12%) площадью 3 – 10 км² и 21 (4%) структура площадью 10 – 30 км².

2. В большинстве случаев основной рост локальных поднятий региона приходится на заключительный этап каледонской складчатости, на герцинском этапе структуры развивались в основном унаследованно, а тектонические движения альпийской складчатости носили преимущественно расформирующий характер и могли отрицательно сказаться на существовании мельчайших структур амплитудой 10-20 м.

Цель палеотектонических исследований локальных поднятий – изучение истории их развития как потенциальных структурных ловушек и залежей углеводородов (УВ). Определение времени формирования ловушек и характера их развития в сопоставлении с условиями генерации и миграции УВ в регионе позволяют анализировать процессы формирования залежей и их последующую сохранность, изменение аккумуляционных возможностей.

В дополнение к ранее выполненным работам других исследователей, соискателем была рассмотрена история развития структур восточной части области и акватории Балтийского моря. Таким образом, весь Калининградский регион оказался охваченным палеотектоническими исследованиями, что делает результаты более значимыми.

Для детального анализа были выбраны структуры D6 (Кравцовское месторождение) и С9 (Калининградское месторождение) на шельфе Балтийского моря, а также Восточно-Горинское месторождение на суше. Данные объекты были детально проанализированы методом изобахических схем и методом палеотектонических профилей.

Результаты изучения структуры D6 показывают, что максимальный ее рост приходится на конец каледонского этапа. Структура начала активно расти в позднем силуре, и к жединскому времени раннего девона ее амплитуда достигла 33 метров. В начале герцинского этапа происходил унаследованный рост складки, и к позднему палеозою структура достигла своего исторического максимума по амплитуде. В мезозойскую и кайнозойскую эры складка частично расформировывалась, хотя как структурная ловушка существовала постоянно в течение всего посткаледонского времени. Таким образом, на заключительной стадии каледонского тектогенеза прирост амплитуды составил более 30 метров.

Анализируя динамику развития структуры С9, можно выделить три основных периода: а) каледонский этап развития с нарастанием мощности в восточном - юго-восточном направлении вплоть до верхнесилурийского времени, а также перестройкой структурного плана и формированием локального поднятия С9 на заключительной стадии каледонского этапа. Прирост амплитуды на данном этапе развития составил порядка 20 метров; б) герцинский этап развития, когда весь район структуры С9 вместе с югом современной территории Калининградской области и Белорусско-Мазурской антеклизой был, по всей видимости, частью суши; в) альпийский этап развития, в который происходило уменьшение контрастности структуры С9, частичное ее расформирование и сокращение палеоамплитуды, а также окончательно сложились современные черты морфологии складки.

На Восточно-Горинском месторождении развитие всех трех куполов структуры во времени отражает основные стадии тектогенеза – каледонского (на начало девона), герцинского (к началу поздней перми) и альпийского. Основной этап роста структуры приходится на позднесилурийское время (завершение каледонского этапа развития региона) и, частично, на герцинский этап. Последующий этап развития, по всей видимости, больше сказывался на характере

структурных осложнений в верхней (верхнепермско-мезозойской) части разреза, обусловленных внутриформационными изменениями галогенной толщи верхней перми и компенсационным осадконакоплением. Прироста амплитуды в это время не отмечалось, однако определенные перестройки структурного плана складок происходили.

Выполненный палеотектонический анализ подтвердил синхронность формирования нижнепалеозойских локальных поднятий на суше и в акватории Балтийского моря, а также приуроченность основного роста большинства поднятий к концу каледонского этапа тектогенеза. Полученные результаты по структурам D6, C9 и Восточно-Горинское хорошо вписываются в общую картину развития осадочного чехла Балтийской синеклизы и отражают связь региональной и локальной тектоники.

В ходе исследований установлено, что посткаледонские дифференцированные подвижки на локальном уровне не могли привести к кардинальной перестройке каледонского структурного плана, однако в условиях малоконтрастной низкоамплитудной складчатости (для структур с высотой до 20-30 м.) такие движения могли существенно изменить морфологию и размеры ранее сформированных поднятий, привести к их частичному или полному раскрытию, влиять на сохранность залежей.

3. Оценка аккумуляционного (емкостного) потенциала локальных структур кембрийского нефтеносного комплекса показала, что нефть может занимать 35% объема всех локальных поднятий региона при среднем коэффициенте заполнения ловушки по амплитуде 0,6. При этом оценены суммарные объемы нефти в пределах невыявленных локальных объектов - они составляют около 80 млн.т геологических ресурсов.

На основе прогноза числа и размеров локальных структур в регионе была осуществлена количественная оценка аккумуляционного потенциала локальных поднятий кембрийского нефтеносного комплекса. Под аккумуляционным потенциалом в данном случае мы понимаем суммарные локализованные ресурсы углеводородов (в тоннах), которые могут быть сконцентрированы во всех структурных ловушках при максимальном заполнении их объема (при $K_3 = 1$).

Оценка выполнена на основе прогноза общего числа и размеров структур, а также их распределения по классам крупности. В основу были положены суммарная площадь поднятий в каждом классе, ожидаемая средняя амплитуда поднятия в классе, средняя эффективная толщина (принималась равной 1/3 от амплитуды, как это обычно принято в исследуемом регионе при оценке перспективных ресурсов на подготовленных структурах). Остальные подсчетные

параметры (пористость, нефтенасыщенность, плотность нефти, коэффициенты извлечения и др.) рассчитывались по аналогии с открытыми месторождениями региона с учетом литологических особенностей и общей тенденцией ухудшения коллекторов в юго-западной части региона. Результаты оценки сведены в таблицу 1. Всего в регионе по выполненным расчетам структурные ловушки суши и акватории могут аккумулировать 867 млн.т геологических запасов нефти.

Учитывая, что по результатам последней количественной оценки начальные суммарные геологические ресурсы нефти кембрийского комплекса в регионе составляют около 300 млн.т (в т.ч. суша ~ 120 млн.т и акватория ~ 180 млн.т), можно утверждать, что аккумуляционный потенциал структурных ловушек кембрийского нефтегазоносного комплекса в регионе существенно выше начальных суммарных ресурсов (НСР), и нефть заполняет максимум 35% суммарного объема структурных ловушек. Объяснить это можно двумя причинами: а) меньшими, по сравнению со структурными, возможностями генерации нефти, б) ухудшением сохранности залежей приразломных ловушек и, соответственно, вторичной миграцией нефти и ее перетоками по разломам вверх по разрезу после формирования первичных залежей, а также латеральной миграцией в осадочных образованиях по региональным уклонам в гипсометрически более высокие зоны.

Учитывая установленную в работе прямопропорциональную связь коэффициентов заполнения ловушки по площади и амплитуде [$K_z(S) = 0,97 K_z(A)$], можно утверждать, что в среднем для региона коэффициент заполнения ловушки по амплитуде составляет около 0,6.

Напомним, что коэффициенты заполнения ловушек по амплитуде для месторождений региона варьируют от 0,2-0,3 (Армейское, Западно-Ракитинское месторождения и др.) до 0,9 (Кравцовское, Малиновское, Алешкинское и др.). Средний коэффициент заполнения ловушек по амплитуде (отношение высоты залежи к высоте ловушки) на месторождениях региона равен 0,6, что вполне соответствует полученным результатам.

Из аккумуляционного потенциала была выделена доля, приходящаяся на новые еще не оконтуренные поднятия, и определены объемы нефти в пределах данных объектов. Они составили в сумме 90 млн.т геологических ресурсов. С учетом отрицательных результатов бурения на части исследованных объектов и исключая ресурсы структур, приходящихся на зону отсутствия коллекторов, перспективные геологические ресурсы региона могут составить около 80 млн.т.

Таблица 1

Прогнозная оценка аккумуляционного (ресурсного) потенциала
структурных ловушек Калининградского региона

Класс структур по площади, км ²	Прогноз числа и размеров структур			Аккумуляционный (ресурсного) потенциал структурных ловушек										
	Всего структур в регионе			Подсчетные параметры									Аккумуляционный ресурсный потенциал, млн.т	
	Всего	в том числе:		Пласт	Площадь нефтеносности, млн.м ²	Средняя нефтенасыщенная толщина	Коэффициенты, доли ед.			Плотность нефти, г/см ³	Коэффициент извлечения нефти	Геологические	Извлекаемые	
		суша	акватория				Открытой поистости	Нефтенасыщенно сти	Пересчетный					
10 - 30	$\frac{21}{381}$	$\frac{7}{105}$	$\frac{14}{276}$	Є ₂	381	16,7	0,1	0,8	0,94	0,83	0,5	397	199	
3 - 10	$\frac{61}{367}$	$\frac{43}{261}$	$\frac{18}{106}$	Є ₂	367	13,3	0,1	0,8	0,94	0,83	0,5	305	153	
1 - 3	$\frac{117}{179}$	$\frac{91}{134}$	$\frac{26}{45}$	Є ₂	179	10,0	0,1	0,8	0,94	0,83	0,5	112	56	
0,3 - 1	$\frac{130}{109}$	$\frac{90}{81}$	$\frac{40}{28}$	Є ₂	109	6,7	0,1	0,8	0,94	0,83	0,5	46	23	
< 0,3	$\frac{181}{35}$	$\frac{106}{22}$	$\frac{75}{13}$	Є ₂	35	3,3	0,1	0,8	0,94	0,83	0,5	7	4	
Итого	$\frac{510}{1072}$	$\frac{337}{604}$	$\frac{173}{468}$	Є ₂	1072							867	434	

* числитель - число структур; знаменатель - суммарная площадь в км², занятая локальными структурами

4. Установленные закономерности распространения локальных поднятий в комплексе с анализом геолого-экономических факторов позволили осуществить прогноз выявления новых структур, выполнить вариантную оценку локализованных ресурсов на структурах нераспределенного фонда, определить первоочередные объекты геолого-геофизических исследований, предложить участки для лицензирования, рекомендовать программу ГРР на этих участках, выполнить предварительную оценку числа рентабельных объектов на суше и в акватории рассматриваемого региона.

На основе полученных соискателем результатов и установленных закономерностей, а также с учетом геологических предпосылок и выполненной экономической оценки, по итогам которой было установлено, что в целом для локальных структур суши на данный момент с определенной долей условности нижнюю планку рентабельности можно считать на уровне около 100 тыс.т извлекаемых ресурсов, в акватории – на уровне 3 млн.т с возможностью ее постепенного снижения по мере освоения российской Балтики, была составлена карта прогноза выявления новых структур в пределах Калининградского региона (Рис.1). Прогноз был осуществлен по крупным тектоническим элементам, в пределах каждого из которых на карте указано число новых (еще не выявленных) структур и дано ранжирование объектов по крупности и перспективности.

Исходя из геологических и экономических соображений, из числа перспективных направлений ГРР на территории Калининградской области и акватории российского шельфа на обозримое будущее следует исключить:

- западные части Мамоновской депрессии и Багратионовской ступени, попадающие в зону ухудшения коллекторов (увеличение глинистости разреза, вторичное окварцевание), а также находящиеся в зоне наибольшего погружения (удорожание бурения и снижение рентабельности работ);

- Северо-Самбийскую депрессию, а также Балтийскую моноклиналь – участки акватории с развитием структур преимущественно малых размеров и амплитуд;

- Прегольскую депрессию и восточный борт Балтийской синеклизы – районы малоперспективные для развития крупных и средних локальных поднятий;

Всего по результатам выполненного количественного прогноза из 353 новых (еще не оконтуренных) структур ожидается: 35 структур среднеперспективных (площадью от 1 км² на суше и 3-10 км² и выше в акватории), 82 структуры – малоперспективные (площадью 0,3-1 км² на суше и 1-3 км² в акватории) и 236 структур – бесперспективных (площадью менее 0,3 км² на суше и менее 1 км² в акватории).

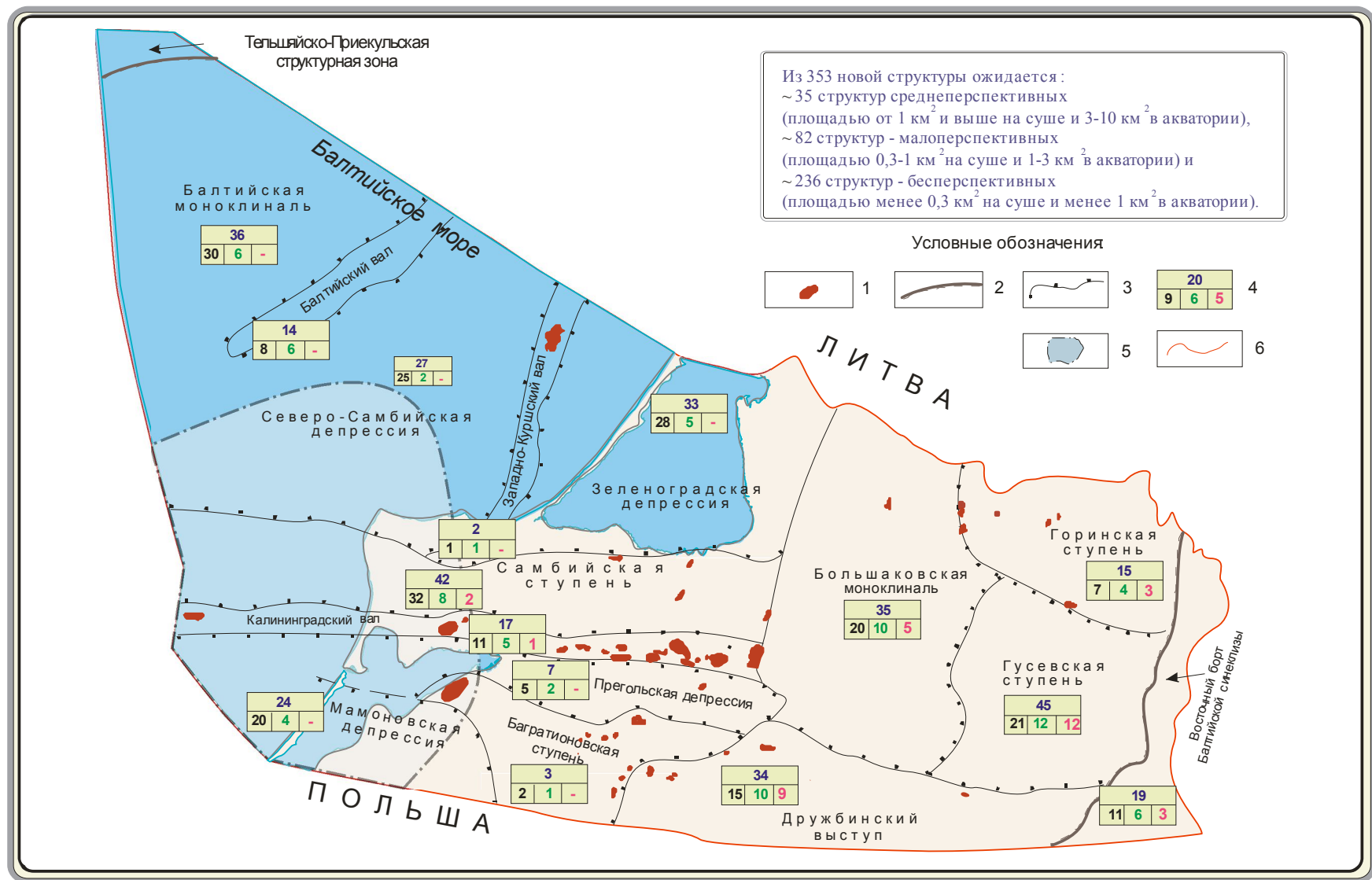


Рис. 1 Прогноз выявления новых структур в пределах Калининградского региона с их ранжированием по перспективности для продолжения ГРП

1 - месторождения; 2 - границы структурных элементов I порядка; 3 - границы структурных элементов II порядка; 4 - прогнозная оценка: в числителе - всего новых локальных структур в пределах тектонического элемента, в знаменателе: слева - число бесперспективных структур, в центре - число малоперспективных структур, справа - число среднеперспективных структур; 5 - зона ухудшения кембрийских коллекторов; 6 - Государственная граница РФ.

Учитывая зависимости размеров залежей региона от их морфологических параметров, можно утверждать, что почти 90% структурных ловушек в кембрии по размерам на данный момент следует отнести к заведомо бесперспективным и малоперспективным для освоения. И лишь несколько десятков структур (10% от числа прогнозируемых новых поднятий) будут рентабельными для дальнейшего изучения и разработки. Полученные результаты позволяют определить первоочередные направления ГРП в недоизученных районах с целью выявления новых локальных объектов.

Также были проанализированы локальные структуры нераспределенного фонда недр всего Калининградского региона включая акваторию. Выполнена альтернативная оценка локализованных ресурсов нефти. При данной оценке учитывались различные возможные коэффициенты заполнения структурных ловушек нефтью от 0,2 до 0,9. В зависимости от этого, были рассмотрены 3 основных варианта оценки: «Пессимистичный» (с коэффициентом заполнения 0,2-0,3), «Оптимистичный» (коэффициент заполнения около 0,9) и «Реалистичный» ($K_z = 0,5-0,7$). При выполнении расчетов учитывались отмеченные ранее зависимости величины коэффициентов заполнения ловушек от приуроченности последних к тем или иным системам разломов. Переоценка локализованных ресурсов нефти для структур нераспределенного фонда выполнена объемным способом.

Всего проанализирована 41 структура, в т.ч. 27 на суше и 14 на шельфе. По всем объектам выполнена вариантная оценка локализованных ресурсов. По результатам ресурсной оценки были выбраны перспективные структуры, по извлекаемым ресурсам превышающие условную планку рентабельности в регионе (примерно 80-100 тыс.т на объект на суше и 1-3 млн.т на море).

Всего было выделено 9 перспективных для дальнейших ГРП участков, в т.ч. 5 на суше и 4 в акватории (табл. 2). Для каждого участка выполнена оценка НСР, при этом локализованные ресурсы приняты по реалистичному варианту (с коэффициентами заполнения ловушек 0,5-0,7). Участки ранжированы по перспективности освоения.

В число участков первой очереди попали участки суши – Солнечный и Западный. Вторая очередь – Гусевский участок, а также участок, расположенный в акватории Куршского залива. Третья – Выштынецкий и Инстручский, а также все морские участки (освоение последних может иметь смысл лишь после подтверждения нефтеносности поисковых объектов на морских участках ОАО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть»).

**Оценка начальных суммарных ресурсов нефти
в пределах выделенных участков**

№ участка	Участок	S, км ²	Структуры	II - подготовленные объекты; B - выявленные объекты Локализованные ресурсы* (тыс. т. извлекаемых)	Категория	Удельная плотность НСР на участке, тыс. т./км ²	НСР участка, тыс. т. (извл.)	Рекомендуемые виды ГРП на участке				Задачи работ при оптимальном варианте	Очередность изучения		
								Сейсморазвед ка 2D, пог. км.		Поисковое бурение					
								максимальный вариант	оптимальный вариант	Объем, м	Эффективность бурения*** т/м				
С У Ш А															
1	Западный	592	-	-	-	3,8	2 250	1184	644	-	-	поисковые СРР	1		
2	Инструцкий	256	-	-	-	3	768	500	500	-	-	переинтерпритация сейсмике + поисков- детальные СРР	3		
3	Гусевский**	41	Гусевская I	B	230	D ₁ лок	10	412	164	50	1600	138	Детализационные СР; В своде структуры Гусевская I бурение поисково-оценочной скважины	2	
			Гусевская VI	B	88					-	-	-			Детализационные СРР
			Гусевская VII	B	94					-	-	-			
			<i>Итого по участку</i>							412					50
4	Солнечный	225	Солнечная	B	396	D ₁ лок	4	900	900	70	1450	180	детализационные СРР; В своде Солнечной структуры бурение поисково-оценочной скважины	1	
			Зверевская	B	62					-	-	-			
			Рязанская	B	160					55	-	-			Детализационные СРР
			Борокская	B	94					-	-	-			
			Дубравная	B	104					60	-	-			Детализационные СРР
<i>Итого по участку</i>					816			185	1450	180					
5	Вышневецкий	343	-	-	-	3	1 029	686	686	-	-	поисковые СРР	3		
Ш Е Л Ь Ф															
6	Курский залив	959	-	-	-	7	6 713	1918	1918	-	-	поисковые СРР	2		
7	Центральный	1200	D158	B	1186	D ₁ лок	7	8 400	2400	1400	-	-	поисковые СРР	3	
			D30	B	1867										
			D160	B	889										
<i>Итого по участку</i>					3942										
8	Южный	1400	C32	П	3440	C ₃	6	8 400	2800	2400	-	-	поисковые-детальные (в районах структур) СРР	3	
			d21	B	1304										D ₁ лок
			d22	B	2499										D ₁ лок
<i>Итого по участку</i>					7243	C ₃ + D ₁ лок.									
9	Северный	1300	D152	B	1057	D ₁ лок	7	9 100	2600	1200	-	-	поисковые СРР	3	
* Оценка локализованных ресурсов принята по реалистичному варианту															
** НСР взяты по сумме локализованных; высокая удельная плотность получилась большая - вероятно все же завышены локализованные															
*** Расчет эффективности бурения выполнен с учетом коэффициента подтверждаемости ресурсов (Kпдт=0,96)															

Для каждого из выделенных участков рассчитаны объемы ГРП на нефть и ожидаемая эффективность бурения. Для первоочередных, наиболее перспективных направлений планируются детализационная сейсморазведка с 4-х кратной плотностью (принятой при подготовке объектов в регионе), а также бурение поисково-оценочной скважины в своде наиболее крупной структуры. Для каждой проектной скважины рассчитаны объемы и эффективность бурения с учетом коэффициента подтверждаемости ресурсов. Для участков второй и третьей очереди планируется постановка поисково-детальной сейсморазведки с плотностью 2 пог.км/км² с целью выявления структур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты работы сводятся к следующему:

- Обобщены материалы по локальным структурам Калининградского региона.

Установлена отчетливая зависимость пространственного размещения локальных структур и количественных оценок их параметров от региональных тектонических элементов.

- Выявлена неравномерность в распределении локальных структур исследуемой территории. Максимальная (до 17-20%) плотность локальных структур достигается на валах, минимальная (1-3%) связана с моноклиналями и депрессиями. Практически все зоны развития разрывных нарушений характеризуются повышением плотности структур по сравнению со смежными участками.

- Детально изучен характер развития и определены основные этапы формирования локальных структур Калининградского региона. Палеотектоническими исследованиями локальных поднятий определен заключительный этап каледонской складчатости как основной этап роста структур. Тектонические движения альпийской складчатости носили преимущественно расформировывающий характер и могли отрицательно сказаться на существовании мельчайших структур амплитудой до 10-20 м.

- Подтверждена связь тектонического развития локальных структур и контролирующих их более крупных структурных элементов.

- За весь период нефтепоисковых работ на суше Калининградской области в 1975-2010 гг. рассчитаны коэффициенты успешности бурения (0,30), подтверждаемости запасов (0,96) и достоверности оценки локализованных ресурсов (0,43). Выполнен также сравнительный анализ изменения этих коэффициентов за последние 10 лет.

- На основе прогноза числа и размеров локальных объектов в регионе была осуществлена количественная оценка аккумуляционного (емкостного) потенциала структур кембрийского нефтеносного комплекса, показавшая, что нефть занимает 35% объема всех локальных поднятий региона при среднем коэффициенте заполнения ловушки по амплитуде около 0,6. При этом суммарные объемы нефти в пределах невыявленных локальных объектов, составляют около 80 млн.т геологических ресурсов.

- По результатам выполненного морфологического анализа и выявленных закономерностей размещения осуществлен количественный прогноз новых структур на суше Калининградской области и прилегающей акватории

российского сектора с ранжированием их по классам крупности и перспективности освоения. В совокупности с выполненной вариантной оценкой потенциальных ресурсов структур нераспределенного фонда это позволило определить первоочередные объекты геолого-геофизических исследований (Солнечная, Рязанская, Дубравная и др. структуры), предложить участки для лицензирования и рекомендовать программу ГРП на этих участках.

Выделенные по результатам проведенных исследований направления и локальные объекты легли в основу предложений к программе геологоразведочных работ и лицензирования на УВС в Калининградском регионе. Полученные результаты могут быть использованы при уточнении прогнозных ресурсов в ловушках структурного типа.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ ПРЕДСТАВЛЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТАХ:

В печатных изданиях из перечня ВАК:

1. Балыков Д.Ю., Отмас А.А. Прогноз перспективных нефтегеологических объектов на основе анализа строения и размещения выявленных локальных структур, контролирующих залежи нефти в Балтийской НГО // Записки Горного института, т.173 – СПб, 2007 - С. 7-10.

2. Отмас Ан.А. Структурные ловушки Калининградского региона и их ресурсный потенциал // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, №9 - 2010.- С. 36-40.

3. Отмас А.А. Комплексный палеотектонический анализ условий формирования локальных нефтеперспективных объектов на примере Кравцовского месторождения // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2010.- Т.5-№1- http://www.ngtp.ru/rub/4/10_2010.pdf.

4. Орлова Л.А., Куранов А.В., Отмас А.А., Зегер Н.А. Анализ достоверности ресурсных оценок локальных объектов Северо-запада Российской Федерации при подготовке их к поисковому бурению // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2010.- Т.5- №4- http://www.ngtp.ru/rub/6/48_2010.pdf.

5. Прищепа О.М., Отмас А.А., Куранов А.В. Достоверность оценок перспективных ресурсов углеводородного сырья на подготовленных к бурению объектах // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление - 1'2011. – С. 21-26.

В других печатных изданиях:

6. Зытнер Ю.И., Григорьев Г.А., Отмас А.А. Геологические и экономические аспекты освоения ресурсной базы углеводородного сырья Калининградской

области // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2008. - Т.2 - http://www.ngtp.ru/rub/6/5_2008.pdf

7. Зытнер Ю.И., Григорьев Г.А., Отмас Ан.А. и др. Особенности экономического освоения локализованных ресурсов углеводородного сырья Балтийской НО (Калининградская область) // Теория и практика геолого-экономической оценки разномасштабных нефтегазовых объектов - Сб. материалов научно-практической конференции «Актуальные проблемы подготовки и освоения углеводородной сырьевой базы» - СПб С. 185–197.

8. Отмас А.А. Тектонические условия формирования и размещения месторождений нефти в восточной части Балтийской синеклизы (Калининградский регион) // Сборник тезисов 1-ой Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов посвященной памяти академика А.П.Карпинского - СПб ВСЕГЕИ 2009 – С. 447-449.

9. Отмас А.А. К истории тектонического развития структурных ловушек шельфа Балтийского моря (На примере Кравцовского нефтяного месторождения) // Сборник тезисов 9-ого международного Топливо-энергетическогнр форума. CD сборник - СПб 2007.

10. Отмас А.А. Перспективы освоения и количественный прогноз потенциально нефтеносных структур Калининградского региона, на основе выявленных критериев их формирования и размещения // Материалы XLVIII международной научной студенческой конференции “Студент и научно-технический прогресс». - Новосибирск 2010 – С. 105-106.

11. Otmas A.A. The analysis of tectonic evolution of local structures on offshore area of Baltic sea (on the example of the Kravtsovsky oil deposit//Материалы международной конференции "Challenges and Solutions in Mineral Industry", Фрайбергская горная академия. – Фрайберг (Германия) 2009 – С.72.

12. Otmas A.A. Perspective of prospecting and discovering of small and smallest oil fields in regions with developed infrastructure (by example of Kaliningrad region, Russia) // Materialy XLVIII Sesji Studenckich kol naukowych pionu gorniczego Akademii Gorniczo-Hutniczej, 2008. С.72.