

УТВЕРЖДАЮ:

и.о. проректора по науке и инновациям
Федерального государственного
автономного образовательного учреждения
высшего образования «Пермский национальный
исследовательский политехнический университет»,
доктор физико-математических наук



[Handwritten signature]

А.И. Швейкин

« 16 » мая 2024г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» на диссертационную работу **Смирнова Олега Аркадьевича «Технология и методика комплексирования разномасштабных геолого-геофизических данных для прогнозирования нефтегазоносности недр на различных этапах геологоразведочных работ»**, представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.11 - Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Актуальность темы исследований

Актуальность диссертации обусловлена тем, что в условиях различной (от высокой до низкой) изученности территорий в отношении нефтегазоносности, необходимо совершенствовать технологии проведения геологоразведочных работ на различных этапах их проведения.

Совершенствование методики и практики прогнозирования нефтегазоносности недр может быть достигнута путем комплексирования разномасштабных геолого-геофизических данных на всех этапах геологоразведочного процесса (региональном, поисковом, разведочном) и эксплуатационного бурения, безусловно, является решением крупной научной проблемы, имеющей большое значение для экономики страны.

Цель и задачи исследований

Цель исследований - совершенствование методики и практики прогнозирования нефтегазоносности недр, построения геологических моделей залежей и ловушек УВ, обеспечивающих повышение

эффективности геологоразведочных работ за счет комплексирования разномасштабных геолого-геофизических данных на всех этапах геологоразведочного процесса (региональном, поисковом, разведочном) и эксплуатационного бурения.

Для этого решались следующие задачи:

1. Анализ и оценка эффективности различных технологий построения структурных карт;
2. Разработка оригинальных методик структурно-тектонического районирования и оценки перспектив нефтегазоносности;
3. Разработка технологии безэталонной классификации сейсмических данных для изучения строения залежей углеводородов;
4. Разработка методики комплексирования разномасштабных геолого-геофизических данных с целью повышения эффективности ГРП на этапах поисков, разведки и подготовки месторождений углеводородов к разработке;
5. Оценка успешности выполненных прогнозов оценки нефтегазоносности

Структура и содержание работы

Диссертационная работа Смирнова Олега Аркадьевича состоит из введения, 5 глав и заключения, включает 273 рисунка, 10 таблиц, общий объем работы 468 машинописных страниц. Библиография насчитывает 442 наименования.

В главе 1 «Совершенствование принципов и технологий моделирования пространственного распределения геолого-геофизических данных на различных этапах ГРП» приводится описание основных способов и технологий обработки разномасштабной геолого-геофизической информации.

Для решения поставленных задач автором разработана технология структурных построений с использованием методов многомерной регрессии.

Данная методика включена в «Методические рекомендации по использованию данных сейсморазведки (2D, 3D) для подсчета запасов нефти и газа» (п. III. 1.2.д), которые согласованы ГКЗ МПР России в 2006 г.

Использование данной методики позволило повысить эффективность результатов сейсморазведочных работ, при подготовке объектов к поисковому бурению, открыть новые месторождения УВ на территории Арланского нефтегазоносного района (НГР).

Автор расширил практику использования тренд-анализа для решения геологических задач, что позволило с участием автора разработать специализированное программное обеспечение (ПО) «iMAP®».

Методические примеры, разработанные с участием автора использованы в «Методических рекомендациях по использованию данных сейсморазведки для подсчета запасов углеводородов в условиях карбонатных пород с пористостью трещинно-кавернозного типа», которые согласованы

В заключении автором изложены научные и практические результаты выполненных исследований. Разработанные автором методы позволили:

1. Разработать модель перспектив нефтегазоносности, при реализации которой было открыто уникальное по запасам месторождение им. В. А. Динкова в Карском море.

2. При использовании разработанной программы поисковых работ, были открыты месторождения в Удмуртии, Западной Сибири. Подтвержден прогноз нефтегазоносности на Южно-Рогожниковском (ХМАО-Югра), Новопортовском (ЯНАО), Оурьинском (ХМАО-Югра) месторождениях.

3. По результатам поисково-разведочного бурения подтвержден авторский прогноз на месторождениях Средне-Назымском (ХМАО-Югра), Майском (Томская область), Новоселкинском, Забегаловском (Удмуртия), Харьягинском (Тимано-Печора), Кришна-Годавари (Индия), на шельфе Туркмении и др.

4. Разработанные многомерные модели позволили повысить коэффициент успешности поисковых работ до 85 %, ошибка подтверждаемости проектных глубин в скважинах составила $\pm 5 \div 8$ м.

5. Разработанная методика структурно-тектонического районирования, показала высокую подтверждаемость бурением и открытий новых месторождений за 25-летний период (1996-2021 гг.).

6. Для этапа поисково-разведочных работ адаптирована технология безэталонной классификации сейсмических данных, используемая на этапе построения геологических моделей для карбонатного и терригенного типа разреза (на примере осадочных бассейнов Бенгальского залива, Кришна-Годавари, Западной Сибири).

7. На этапе построения геологической модели и сопровождения эксплуатационного бурения подтверждаемость рекомендаций достигает 98 %, путем применения технологии безэталонной классификации волнового поля с использованием программы «Таксономия».

8. Методические подходы, разработанные автором, включены в «Методические рекомендации по использованию данных сейсморазведки (2D, 3D) для подсчета запасов нефти и газа» (МПР РФ, 2006), «Методические рекомендации по использованию данных сейсморазведки для подсчета запасов углеводородов в условиях карбонатных пород с пористостью трещинно-кавернового типа» (МПР РФ, 2010).

9. Внедрено в производство разработанное, с участием автора, программное обеспечение по геолого-геофизическому моделированию для построения геологических моделей «INGEOSMAP (iMAP®)» и Resource Modelling (RM®).

Новизна исследований и полученных результатов

Заключается в том, разработанные методики оценки перспектив нефтегазоносности, открытия новых залежей и месторождений УВ,

В главе 2 «Особенности анализа и прогноза нефтегазоносности недр на региональном этапе» автором рассмотрены и проанализированы проблемы изучения и оценки перспектив нефтегазоносности недр. Приведены разработанные автором методы анализа и интерпретации геолого-геофизических данных по оценке и прогнозу нефтегазоносности недр на примере территорий Волго-Урала, Западной Сибири, Охотоморского и Баренцевоморского регионов. Разработанные методы проверены в различных геологических условиях, и показали их высокую эффективность. Одним, из ярких подтверждений эффективности предлагаемых методов прогнозов является открытие Южно-Рогожниковского месторождения в 2010 г.

В главе 3 «Применение комплексирования данных при подготовке нефтегазоперспективных объектов к бурению на поисково-оценочном этапе» приведены наиболее значимые примеры из практики выявления, подготовки к бурению и проверки локальных объектов последующим поисковым бурением, обозначены проблемы изучения и оценки нефтегазоносности недр на данном этапе и пути их решения.

На основе комплексирования геолого-геофизических данных были выработаны методические критерии выделения и локализации перспективных участков и рекомендованы местоположения проектных скважин.

Результаты бурения скважин подтвердили рекомендации на территориях Азербайджана, ХМАО-Югре, Бенгальского залива, бассейне Кришна-Годавари. Использование разработанных методик в различных нефтегазоносных провинциях свидетельствуют об универсальности разработанных автором научно-методических методов.

В главе 4 «Методика и практика построения геологических моделей залежей УВ на разведочном этапе» приведены примеры из практики построения геологических моделей залежей УВ, реализованные на практике. Разработанная методика прошла проверку на территориях севера Западной Сибири, Восточной Сибири.

В главе 5 «Построение и сопровождение геологических моделей залежей углеводородов на этапе эксплуатационного бурения» приведены примеры практического использования построенных геологических моделей залежей УВ, на объектах Волго-Урала (Удмуртия, Тимано-Печора), Западной Сибири (Шаимский район, ЯНАО). Например, на Сосновском месторождении результаты эксплуатационного бурения показали высокую подтверждаемость построенной геологической модели залежи. На месторождении завершено эксплуатационное бурение. Успешно пробурены 31 скважина (успешность – 100%), исключены из бурения 32 проектные скважины.

успешности разведки и подтверждаемости при эксплуатационном бурении, геологические модели, используемые для комплексирования разномасштабных геолого-геофизических данных на этапах поисков, разведки и разработки залежей УВ были успешно применены автором в различных проектах.

1. Адаптация метода многомерной регрессии на основе подбора эмпирических коэффициентов для интерпретации сейсмических данных и подсчета запасов. Количество подготавливаемых поисковых структурных объектов увеличилось в два раза, коэффициент успешности бурения увеличился до 85 % (при существующей 25 %).

2. Для этапа региональных работ усовершенствована методика структурно-тектонического районирования, оценки перспектив нефтегазоносности на основе технологии частотной декомпозиции карт. Выполненный ретроспективный анализ подтверждаемости показал высокую подтверждаемость бурением и открытиями новых месторождений.

3. Для этапа поисково-разведочных работ адаптирована технология безэталонной классификации сейсмических данных, направленная на построение адекватных геологических моделей в карбонатном и терригенном типах разреза. Разработана и реализована на практике концепция мультиатрибутной фильтрации волнового поля по заданному эталону (MD Filter).

4. Для провинций с предельно высокой изученностью недр автором для Апшеронского полуострова (Азербайджан) в 2013 г. была выдвинута концепция бурения на глубокие горизонты миоцена в зону аномально высоких и сверхвысоких пластовых давлений (АВПД и СВПД). При бурении в 2015 г. была открыта новая газоконденсатная залежь с коммерческими запасами газа.

5. Для Западно-Сибирской провинции на основе рекомендации, выданной автором с коллективом исполнителей в 2010 г., по оценке перспектив нефтегазоносности Карабашской зоны было открыто Оурьинское месторождение.

6. Способ учета АВПД при построении геологических моделей залежей УВ, предложенный автором, основан на анализе графиков зависимости между коэффициентом аномальности пластового давления K_a и коэффициентом продуктивности $K_{прод}$. Это является условием разграничения коллектора на продуктивный, соответствующий зоне, перспективной для бурения глубоких скважин, и непродуктивный, соответствующий зоне, не перспективной для бурения глубоких скважин.

7. На этапе построения геологической модели и эксплуатационного бурения для карбонатных залежей Волго-Урала разработаны критерии выделения участков залежей с высококондиционными и низкокондиционными ФЕС. На месторождении завершено эксплуатационное бурение. Пробурена 31 эксплуатационная скважина, исключены из бурения 32 проектные скважины.

8. Прогнозирование качества коллектора и его продуктивности на

основе безэталонной классификации волнового поля с использованием программы «Таксономия» на этапе построения геологической модели сопровождения эксплуатационного бурения. Подтверждаемость выданных автором рекомендаций по 55 пробуренным эксплуатационным скважинам составила 98 %.

Положения, выносимые на защиту

1. Адаптированная к геологическим условиям методика построения геологических моделей на основе многомерных регрессионных моделей позволяет повысить качество и эффективность ГРП при прогнозировании и подготовке для бурения малоамплитудных и малоразмерных объектов.

2. Усовершенствованная методика построения схем структурно-тектонического районирования и оценки перспектив нефтегазоносности на основе разделения структурного плана на компоненты и анализа подобия руководящих структурных форм позволяет повысить эффективность планирования ГРП (на примере Волго-Уральской, Западно-Сибирской, Охотоморской, Баренцево-Карскоморской, Южно-Каспийской и др. провинций).

3. Усовершенствованная методика изучения особенностей строения карбонатного и терригенного типов разреза на основе безэталонной классификации сейсмических данных позволяет повысить качество и надежность геологических моделей для подсчета запасов и выбора первоочередных участков для бурения.

4. Апробированная на практике совокупность методических и технологических приемов комплексирования разномасштабных геолого-геофизических данных (цифровой модели местности – SRTM, гравиразведки, магниторазведки, сейсморазведки, бурения) обеспечивает повышение эффективности ГРП на этапах поиска, разведки и подготовки месторождения углеводородов к разработке для различных условий осадочных бассейнов.

Научно-практическая значимость результатов исследований

1. Автором по данным сейсморазведки 3D разработана модель перспектив нефтегазоносности и предложена концепция поисковых работ, при реализации которой было открыто уникальное по запасам месторождение им. В. А. Динкова в Карском море;

2. Личное участие автора в построении модели перспектив нефтегазоносности, при реализации которой были открыты новые месторождения
УВ
в Удмуртии;

3. С участием автора были выделены новые перспективные объекты, разработаны концепции поисковых работ, которые подтвердили прогноз нефтегазоносности открытием ряда месторождений и залежей неантиклинального типа в ХМАО-Югре (Южно-Рогожниковское), ЯНАО (Новопортовское);

4. Разработанная автором гипотеза продуктивности верхнего миоцена Апшеронского полуострова (Азербайджан) подтверждена открытием газоконденсатного месторождения, нефтяного месторождения на шельфе Туркмении;

5. Автором разработаны концепции разведочных работ, на основании реализации которой были подтверждены бурением прогнозные геологические параметры на месторождениях ХМАО-Югры (Оурьинское, Средне-Назымское и др.), Томской области (Майское и др.), Волго-Урала (Новоселкинское, Забегаловское и др.), Тимано-Печоры (Харьягинское и др.);

6. С участием автора разработаны концептуальные модели поисковых объектов, которые подтверждены бурением скважин на шельфе Индии, Кубы, Намибии, Вьетнама и др.;

7. Автором разработана технология построения геологической модели на основе сейсмических классов, прогнозирования продуктивности и оценки качества коллекторов, которая была полностью подтверждена эксплуатационным бурением на месторождениях Сосновское (Удмуртия), Западно-Каюмовское (ХМАО-Югра);

8. Личное участие в разработке программного обеспечения по геолого-геофизическому моделированию и построению геологических моделей «INGEOSMAP (iMAP®)» и Resource Modelling (RM®), которые внедрено в производство;

9. Автором разработан способ учета аномально высокого пластового давления при построении геологических моделей залежей углеводородов (патент 2797763 С1).

Подтверждение опубликованных основных результатов диссертации в научной печати

Результаты работы прошли успешную апробацию.

Автором подготовлено более 170 научных работ, в т. ч. 4 учебных пособий, 6 монографий, 1 патент РФ (в соавторстве), 2 авторских свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ (в соавторстве). Из общего количества работ 70 были опубликованы за последние 5 лет.

Основные положения и результаты исследований автором докладывались и обсуждались на 60-ти международных, всероссийских, региональных научных и научно-практических конференциях.

Научные результаты достаточно полно изложены в 85 печатных работах в изданиях, включенных в перечень, рекомендованный ВАК от 12.10.2023 г.; в журналах категории К1 – 59 статей, К2 – 9, К3 – 4; 22 научных статьях в изданиях, индексируемых в международных системах цитирования (Web of science, Scopus и др.), участие в 10 монографических работах.

Публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают его основные положения.

Замечания и пожелания

Принципиальных замечаний по диссертации нет. В диссертации нужно было уделить большее внимание математическому описанию разработанных методических рекомендаций.

Данное замечание не умаляет ценности диссертационной работы и имеют характер рекомендаций, вероятно, диссертация, представленная на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук не предполагает детального математического описания.

Заключение

Диссертация Смирнова Олега Аркадьевича **«Технология и методика комплексирования разномасштабных геолого-геофизических данных для прогнозирования нефтегазоносности недр на различных этапах геологоразведочных работ»** - законченное научное исследование, содержит результаты решения крупной научной проблемы, имеющей важное народнохозяйственное значение для нефтегазовой геологии РФ и экономики страны в целом.

Достоверность авторских научных разработок подтверждается использованием собственных методик, прошедших многолетнюю апробацию, использованием значительного объема систематизированного фактического материала.

Публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают ее основные положения.

Автореферат содержит основные результаты исследования, отражает личный вклад автора в решение научной проблемы, демонстрирует научную новизну и практическую значимость проведенного исследования. Автореферат соответствует тексту диссертации, содержит основные результаты, обосновывающие защищаемые положения.

Научная новизна и защищаемые положения в своей содержательной части изложены корректно.

Содержание диссертации полностью соответствует паспорту специальности 1.6.11 - «Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Диссертация соответствует всем требованиям п. 14 "Положения о присуждении ученых степеней", 2013 (ред. от 18.03.2023) и рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности **1.6.11** - «Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Отзыв обсуждён и принят на заседании кафедры геология нефти и газа ПНИПУ.

На заседании присутствовали 12 человек, из них с учёными степенями докторов геолого-минералогических наук - 2, кандидатов геолого-минералогических наук - 4, кандидатов технических наук - 3 человек (выписка из протокола заседания № 8 от 16 мая 2024 г.)

Заслуженный деятель науки РФ,
доктор геолого-минералогических наук,
профессор, зав.кафедрой
геологии нефти и газа ПНИПУ



В.И.Галкин

Даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Контактная информация

Галкин Владислав Игнатьевич

Ученая степень:

доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.12 -
Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений;

Должность: зав. кафедрой геологии нефти и газа ПНИПУ,

Российская Федерация, Пермь, ул. Комсомольский проспект 29, телефон 8
(3452 318017); e-mail:vgalkin@pstu.ru