

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Тюкавкиной Ольги Валерьевны «Научно-методические основы повышения эффективности интегрированной обработки многопараметровых геофизических данных при доразведке юрских отложений Западной Сибири», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.10 - Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

1. Актуальность темы диссертации.

На территории Западной Сибири большинство месторождений углеводородов перешло в позднюю стадию разработки. Большой интерес вызывают исследования, направленные на совместную обработку комплекса данных ГИС на стадии доразведки месторождений, в том числе и залежей с трудно извлекаемыми запасами. Совершенствование методов интерпретации данных ГИС при построении постоянно-действующих геолого-технологических моделей месторождений является одним из важнейших направлений развития российского нефтегазового комплекса.

Одним из таких направлений исследований является интегрированный анализ многопараметровой и разнородной промыслово-геофизической информации, результатов трассерных (индикаторных) и лабораторных исследований с целью выявления участков гидропроводности и повышения достоверности определения границ сложнопостроенного объекта разработки.

Поставленные в диссертации актуальные задачи решены на основе исследований и обобщения опыта разработки объектов, находящихся длительное время в эксплуатации. Создание научно-методических основ интегрированной обработки многопараметровых геофизических данных для оптимизации технико-технологических решений на этапе доразведки месторождений жидких углеводородов является актуальным направлением исследований.

2. Научная новизна исследований и полученных результатов.

Научная новизна исследований и полученных результатов заключается в том, что по результатам проведенных исследований:

1) *установлены* закономерности парагенетических связей фильтрационно-емкостных параметров и критериев изменения морфологии юрских отложений (пласты Ю₁ и Ю₂), в том числе и коллекторов с трудноизвлекаемыми запасами, в пределах Сергинско-Красноленинско-Уватского, Фроловско-Сургутского, Юганского, Вартовско-

Александровско-Каралькинского, Пурпейско-Котухтинского фациальных районов территории месторождений ХМАО и ЯНАО;

2) впервые дано определение «эталонной модели» коллектора, позволяющее систематизировать и сгруппировать материал геологических и геофизических исследований, полученный за длительный период разработки объекта. На примере месторождений Широкого Приобья выделены качественные критерии коллекторов (пласты Ю₂ и Ю₁) для построения «эталонных моделей», показано их влияние на результаты обработки и интерпретации ГИС, что предопределило необходимость формирования локальной информационной геолого-промысловой базы;

3) впервые научно обосновано комплексное диагностирование сложнопостроенных залежей юры (объекты Ю₂ и Ю₁ месторождений центральной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции) с использованием разработанных «эталонных моделей» коллектора и установления критериев на основе группирования данных электрического и радиоактивного каротажа, данных AVO- анализа;

4) разработана методика оценки неоднородности юрских отложений при слоистой и дисперсной глинистости с применением статистических методов обработки (кластерный, факторный анализы), отличающаяся сопоставлением геолого-промысловых и геофизических данных КС, БКЗ, МБК, ВИКИЗ, ГК, ГГК, НГК, ИНГК- С;

5) для 3D моделирования дельтовых отложений (пласт Ю₂) комплексированием данных ГИС (методы: КС, ГГК-П, НГК, ИНГК-С) и результатов AVO – анализа установлены параметры их малоразмерности; показаны также варианты обработки и переинтерпретации сейсмических данных в пределах участков первоочередного разбуривания; разработаны модели слабодренлируемых и тупиковых зон пласта Ю₂; установлены критерий коллектора (при дисперсной глинистости $a_{\text{пс}} \geq 0,35$, $a_{\text{гк}} \geq 0,65$, при слоистой глинистости $a_{\text{пс}} \geq 0,12$, $a_{\text{гк}} \geq 0,65$); установлен критерий получения промышленного притока нефти $r_{\text{п}} = 3,1 \cdot a_{\text{гк}} + 4,5$ Ом·м (слоистая глинистость), $r_{\text{п}} = 2,2 \cdot a_{\text{пс}} + 5,3$ Ом·м (дисперсная глинистость);

6) разработанная методология сопоставления фактических данных (описание керна, результаты лабораторных исследований) и данных ГИС позволила оптимизировать варианты осадконакопления пород, что способствовало более однозначной интерпретации коллекторов по форме кривой ПС (значению коэффициента $a_{\text{пс}}$), повышению эффективности межскважинной корреляции разрезов в зонах низкого фильтрационного сопротивления (НФС), установленных методами трассерных (индикаторных) исследований;

7) *посредством* комплексирования результатов интегрированной обработки промыслово- геофизических и трассерных исследований для сложнопостроенных залежей (пласты Ю₂ и Ю₁): *установлены* основные эксплуатационные критерии: низкоомность (3-5 Ом·м); остаточная нефтенасыщенность - $S_{wo} = -0,0615 \cdot \ln K + 0,5971$, относительная фазовая проницаемость - $K_{ow} = (0,33 \cdot K^{1.1298})/K$, водоудерживающая способность (15,1-98,4 %) и др.; *выявлены* интервалы (пласт Ю₁), содержащие минералы понижающие удельное электрическое сопротивление породы; *выявлены* участки гидропроводности и *дана оценка эффективности* установления работающих интервалов; *дана оценка* эффективности внедряемых методов повышения нефтеотдачи пластов, технологий ограничения водопритока и др.;

8) *разработана* концептуальная модель сложнопостроенных коллекторов III-VI класса с неоднородным фильтрационно-емкостным пространством, учитывающая основные погрешности при интерпретации геолого-геофизических данных и регулировании мероприятий по доразведке юрских отложений;

9) *даны рекомендации* по упрощению и формализации процесса первичного обобщения результатов ГИС и исследований керна для интегрированной обработки многопараметровых геофизических данных и моделирования сложно построенных нефтегазовых залежей.

3. Практическая ценность работы.

Автором диссертации получены значимые для науки и производства результаты, представляющие несомненную теоретическую и практическую ценность.

Во-первых, были разработаны методологические аспекты анализа и обобщения опыта обработки наземных и скважинных геофизических исследований для месторождений, находящихся на этапе доразведки.

Во-вторых, были научно обоснованы методики обработки и интерпретации разнородных данных, которые позволяют повысить эффективность использования ресурсной базы месторождений с трудно извлекаемыми запасами углеводородов.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- созданы рабочие алгоритмы для построения «*эталонных моделей*» коллекторов на основе данных по хорошо изученным месторождениям, что позволяет на новом уровне проводить мониторинг и исследование причин снижения эффективности разработки месторождений, обосновывать применение эффективных технологий ГИС для оценки нефтегазоносности

юрских отложений;

- проведено комплексирование результатов ГИС и параметров изменения фильтрационно-емкостных параметров коллекторов, динамических и деформационных характеристик; обоснованы и определены расчетные и экспериментальные критерии выделения коллектора;

- на построенных 2D (3D) геолого-технологических моделях месторождений по данным ГИС уточнены границы эффективных толщин пласта, а также выделены участки, которые перспективны для первоочередного бурения с вовлечением в разработку сложно построенных зон коллектора;

- полученные выводы и результаты использованы при реализации геолого-технологических мероприятий в пределах месторождений Сургутского и Нижневартовского сводов, Фроловской мегавпадины, Демьянского вала, разрабатываемых компаниями «Роснефть», «Лукойл», «Сургутнефтегаз» и «Татнефть», что дает возможность использовать предлагаемые алгоритмы не только в условиях исследованных месторождений;

- изданные учебные пособия, справочники и монография используются в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Нефтегазовое дело», инженеров и аспирантов по специальности «Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений» в Тюменском индустриальном университете, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Российском государственном геологоразведочном университете имени Серго Орджоникидзе (МГРИ).

Решение практических задач по повышению эффективности выбора и применения технологий доразведки и промышленной оценки отложений юры в пределах месторождений ХМАО и ЯНАО позволило автору предложить принципиально новый подход к созданию научно-методической базы для обработки и интерпретации данных ГИС, а также для геолого-экономической оценки нефтегазовых залежей.

4. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается:

- научно - обоснованными результатами мониторинговых исследований, полученными автором, и практическим применением предлагаемых алгоритмов геолого-геофизического моделирования залежей нефти, основанных на результатах расчетных и экспериментальных исследований, а также на анализе большого количества фактического материала, сопоставленного с результатами промысловых исследований;

- хорошей сходимостью полученных расчетных данных с данными ГИС и с эксплуатационными параметрами работающих продуктивных интервалов;

- совпадением качественных и количественных результатов, полученных после обработки статистическими методами, с результатами апробированной методики оценки нефтегазоносности юрских отложений при доразведке сложнопостроенных залежей;

- правильностью принятых решений по эффективному подбору комплекса технологий интерпретации результатов ГИС для выделения участков, перспективных для первоочередного бурения скважин.

5. Соответствие опубликованных трудов и автореферата содержанию диссертации. Основные результаты диссертационной работы Тюкавкиной О.В. отражены в опубликованных 74 работах, из них 22 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ; 18 статей в зарубежных изданиях, в том числе, входящих в реферативную базу Scopus, Web of Science (RSCI) и 34 - в других изданиях.

Диссертационная работа оформлена в полном соответствии с требованиями ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

6. Замечания и рекомендации:

6.1. Автором впервые введено понятие «*эталонная модель*», имея ввиду «*эталонную модель нефтегазовой залежи*». При формулировании определения этого понятия за основу принята объемная модель (описание формы залежи, структуры порового пространства, состава и концентрации веществ в порах) однородной залежи углеводородов, основные параметры которой достоверно определены по комплексу геофизических данных. Параметры эталонной модели залежи могут являться основой для сравнения с другими моделями подобных (однотипных) залежей. Для реализации такого сравнения при доразведке месторождений следовало бы установить количественные критерии для признания какой-либо модели в качестве эталонной, например, критерии по допускаемой погрешности измерений коэффициентов пористости, глинистости, нефтенасыщенности, проницаемости коллектора, а также по полноте комплекса измеряемых параметров.

6.2. Работа посвящена повышению эффективности интегрированной обработки многопараметровых геофизических данных при доразведке юрских отложений Западной Сибири. Следовало бы отразить полученную

эффективность количественными показателями. Иначе трудно оценивать степень полученной в работе эффективности исследований только на качественном уровне. Кроме того, при представлении результатов измерений параметров пластов в тексте диссертации отсутствует информация о погрешности выполненных прямых или косвенных измерений.

6.3. В работе говорится о «повышении достоверности *«эталонной модели»* коллектора (пласта) до 97,5 %». Такой показатель отражает почти полную адекватность модели реальному объекту. В геологии и геофизике такое бывает редко. Надо было чем то доказать (подтвердить) такую высокую вероятность адекватности модели объекту, а лучше указать ее нижнюю границу с округлением до двух значащих цифр.

5.4. Несколько замечаний по тексту диссертации, связанных с научной терминологией:

- в общей теории измерений и в научной литературе вместо слова *«замер»* рекомендуется использовать слова *«однократное измерение»* или просто *«измерение»*;

- в научных методах познания принято считать, что измеряются только физические величины, которым дано четкое определение; в тексте диссертации часто говорится об *«измерении пористости, проницаемости, нефтенасыщенности, глинистости»*; это качественные свойства пласта; например, термин *«пористость»* по определению - это свойство среды содержать в себе поры, а измеряемой величиной при этом является *«коэффициент пористости»*; поэтому при отражении параметров пористого пласта числом в принятых единицах следовало бы использовать термины *«коэффициент проницаемости»*, *«коэффициент нефтенасыщенности»*, *«коэффициент глинистости»*.

7. Общее заключение. Диссертация Тюкавкиной Ольги Валерьевны на тему «Научно-методические основы повышения эффективности интегрированной обработки многопараметровых геофизических данных при доразведке юрских отложений Западной Сибири», является целостным, законченным научно-исследовательским трудом. Высказанные мною замечания не умаляют основных достоинств выполненных автором исследований.

Полученные Тюкавкиной О.В. результаты достоверны, имеют существенное теоретическое и прикладное значение для решения задач с использованием компьютерных систем обработки и интерпретации геолого-геофизических данных для построения статистических и динамических

моделей с использованием данных наземных и скважинных геофизических исследований.

Диссертация отвечает критериям, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (п. 9-14) «О порядке присуждения ученых степеней» (вместе с «Положением о присуждении ученых степеней») (ред. от 01.10.2018 г.) является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненного автором интегрированного анализа многопараметровых геофизических данных, посредством сопоставления разработанных «эталонных моделей» коллектора с РИГИС, изложены новые научно-обоснованные подходы к моделированию сложнопостроенных залежей и решена научная проблема повышения эффективности обработки геолого-промысловой информации, что обеспечивает контроль разработки месторождений на этапе доразведки, рациональную выработку запасов нефти из юрских отложений Западной Сибири и имеет важное значение для развития нефтегазовой отрасли России.

Автор диссертационной работы, Тюкавкина Ольга Валерьевна, заслуживает присуждения степени доктора технических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»,
кафедра «Геофизические методы исследований»


В.М. Лобанков

Согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

Подпись Лобанкова Валерия Михайловича удостоверяю

Начальник отдела по работе с персоналом




О.А. Дадаян
08.04.2021