

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан геологического факультета

МГУ имени М.В.Ломоносова

Академик

Д.Ю.Пущаровский



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» по докторской диссертации Калмыкова Георгия Александровича «Строение баженовского нефтегазоносного комплекса как основа прогноза дифференцированной нефтепродуктивности»

Диссертация Калмыкова Георгия Александровича «Строение баженовского нефтегазоносного комплекса как основа прогноза дифференцированной нефтепродуктивности» выполнена на кафедре геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», где соискатель работает с 2006 года по настоящее время в должности старшего научного сотрудника.

Калмыков Г.А. закончил геологический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова в 1986 г. по специальности «Геофизические методы поиска и разведки полезных ископаемых».

В 2001 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Методика определения минерально-компонентного состава терригенных пород в разрезах нефтегазовых скважин по данным комплекса ГИС, включающего спектрометрический ГК» на диссертационном совете ВНИИ геологических, геофизических и геохимических систем с присвоением степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 (диплом кандидата наук КТ № 063401 от 11 января 2002 г.).

В 2009 г. решением Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ Калмыкову Г.А. присвоено ученое звание доцента по специальности «Геология, поиски и разведка горючих ископаемых».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Диссертация «Строение баженовского нефтегазоносного комплекса как основа прогноза дифференцированной нефтепродуктивности» Калмыкова Георгия

Александровича в соответствии с п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» оценивается как научно-квалификационная работа, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные решения, имеющие важное значение для изучения геологического строения отложений баженовской свиты (БС), поиска зон ее развития наиболее перспективных для добычи нефти, и оценки ресурсов нефти по трем типам: подвижная, «высвобождаемая» и «синтетическая» нефть.

Актуальность проблемы определяется тем, что в настоящее время не существует единого общепринятого подхода к изучению отложений БС. В результате нет общепринятой геологической модели строения БС, подходов к выделению залежей нефти, не выяснено, представляет ли БС единую флюидодинамическую систему, либо залежи в ней являются изолированными. В настоящее время отсутствуют критерии выделения и оконтуривания залежей и как следствие нет общепринятых методик их опосредования. Ученые до сих пор не сошлись во мнении о типах порового пространства коллекторов и как поры сообщаются между собой. Отсутствие представления о геологическом строении БС создает сложности при выборе технологии добычи нефти из отложений БС. Нерешенность многих вопросов геологии и разработки подтверждает вывод многих исследователей о исключительности строения БС и необходимости использования новейших инновационных методов для ее исследований.

2. **Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.** Автором проведена научная организация исследований, выполнены все этапы работ от постановки проблемы, разделения ее на задачи, выбор объектов исследований, организация проведения лабораторных исследований и их анализ с последующей интерпретацией. Фактическую основу диссертации составляет материал, полученный под руководством соискателя при изучении колонок керна БС по более чем 25 скважинам, по программе, составленной и научно обоснованной автором в 1996-2015. Кроме того, под руководством автора, по алгоритмам, составленным автором, и им лично обработаны данные геофизических исследований скважин (ГИС) по более чем пятистам скважинам, охарактеризованным стандартным комплексом ГИС, и 50-ти скважинам с расширенным комплексом ГИС.

3. **Степень достоверности результатов проведенных соискателем исследований.**

Оценка достоверности результатов исследований выявила, что все представленные в работе результаты получены с помощью современного высокоточного сертифицированного лабораторного и скважинного оборудования. Теория построена на

известных, проверяемых фактах, согласуется с опубликованными в литературе данными других исследований. Полученные соискателем результаты не противоречат данным, представленным в независимых источниках по данной тематике. В работе использованы современные методики сбора и обработки исходной информации с использованием пакетов прикладных компьютерных программ.

4. Новизна и практическая значимость результатов проведенных соискателем исследований.

Соискатель разработал и научно обосновал программу исследования колонок керна. Он одним из первых начал использовать профильную спектрометрию естественных радиоактивных элементов, получаемую по колонке керна для привязки глубины отбора керна к глубине проведения спектрометрического гамма-каротажа (СГК). Он первым начал внедрять многоканальную (более 1000 каналов) спектрометрию ГК для исследований баженовской и доманиковой высокоуглеродистых формаций. Автор первым научно обосновал методику интерпретации СГК, базирующуюся на комплексном исследовании образцов керна. Им разработана методика расчета минерально-компонентного состава пород высокоуглеродистой формации с повышенным содержанием рентгеноаморфных материалов. Автор (совместно с Балускиной Н.С.) провел исследования порового пространства пород БС на растровом электронном микроскопе (РЭМ) и выявил пористость в керогене баженовских пород на поздней стадии катагенеза (МКЗ-4). По его техническому заданию, используя травление препарата фокусированным ионным пучком, с последующим исследованием на РЭМ было доказано, что поры керогена сообщаются между собой.

Автором разработан алгоритм выделения нефтеотдающих интервалов по комплексу ГИС. Программа, написанная по алгоритму автора, внедрена им в ОАО «Сургутнефтегеофизика», и используется с 2006 г. по настоящее время.

Автором совместно с Балускиной Н.С. предложена технология проведения литофизической типизации по данным комплекса ГИС и литологического состава пород. Количество и литофизические типы зависят от состава и набора физических свойств, которые измеряются в комплексе ГИС. Результаты обработки стандартного комплекса ГИС, проведенные под руководством автора, легли в основу разделения разрезов на типы и выработки критериев продуктивности разрезов по латерали.

Соискателем в строении баженовского резервуара предложено и научно обосновано выделять следующие элементы: естественные и технически стимулируемые коллекторы, являющиеся одновременно нефтематеринскими породами, и локальные флюидоупоры. Локальные флюидоупоры слагаются апорадиоляриевыми карбонатами.

Все остальные группы литотипов являются технически-стимулируемыми коллекторами, но при определенных условиях могут стать естественными коллекторами. Все элементы резервуара являются нефтематеринскими.

Автором предложена и обоснована модель порового пространства пород БС и насыщающих его флюидов, учитывающая степень открытости и сообщаемости пор и подвижность углеводородных соединений в поровом пространстве. Модель включает в себя: открытые, сообщающиеся поры, заполненные подвижной нефтью; замкнутые поры, занятые свободной нефтью; сорбированные углеводородные соединения на поверхности пор, воду, сорбированную на поверхности глинистых минералов и гидрофильных капиллярах.

Калмыковым Г.А. разработана методика оценки в БС объема подвижной нефти; объема УВС, сорбированных твердой фазой, и объема УВС, которые можно получить из керогена при его деструкции. В основе методики лежит совместный анализ петрофизических и геохимических параметров.

Оценку ресурсной базы нефти БС автор предлагает проводить по нескольким типам объемов: подвижной нефти; высвобождаемой нефти – сорбированные УВС и запечатанная ими свободную нефть; «синтетической» нефти (реализация остаточного генерационного потенциала) – объемы нефти, которые можно получить при деструкции керогена. Потенциальное получение притоков такой нефти обосновано экспериментальными работами по предложению соискателя и при его непосредственном участии.

Соискателем (совместно с Дьяконовой Т.Ф. и Билибиным С.И.) выработаны принципы прогноза зон различной продуктивности БС на основании совместного анализа результатов разработки (накопленной добычи нефти и коэффициента удельной продуктивности) и геолого-геофизических характеристик пород. Каждая зона характеризуется собственными условиями образования пород: фациальной принадлежностью и положением относительно древних и современных структур, тепловым потоком, глубиной и содержанием ОВ. Выделенные зоны характеризуются определенными физическими, петрофизическими, литологическими и геохимическими параметрами разреза, отражающими прямые геологические признаки. Поэтому разделение на зоны можно проводить по данным ГИС с настройкой на результаты расширенных исследований керна. Учет продуктивности отложений БС по зонам позволяет проводить прогноз дифференциальной продуктивности и существенно повысить эффективность разработки БС.

5. Ценность научных работ соискателя.

Результаты работ легли в основу технических рекомендаций по исследованию колонок керн баженовской свиты для ОАО «НК «Роснефть»».

На основании полученных результатов под руководством специалистов ЦГЭ был проведен подсчет запасов и объемов технически извлекаемой нефти Салымского региона территории работ «Юганскнефтегаз» (29 сентября 2014 г. на ЭТС ФБУ «ГКЗ» подход для подсчета запасов, разработанный с участием соискателя был принят как основной для определения подсчетных параметров для месторождений Салымской группы; 20 сентября 2015 г. по данной методике на баланс «Юганскнефтегаз» были поставлены запасы Малобалыкского месторождения (протокол «ГКЗ Роснедра №4320)).

Подход к петрофизическим исследованиям и подсчету ресурсного потенциала БС, изложенный автором, был поддержан на научно-методическом совете ГГТ Минприроды России (3-4 декабря 2015г 92-я сессия).

По результатам исследований под руководством автора была заложена скважина, давшая из отложений БС без ГРП приток 5 т/сутки.

Программа обработки и интерпретации комплекса ГИС для выделения нефтеотдающих интервалов в отложениях БС, разработанная по алгоритмам соискателя и под его руководством, была внедрена в ОАО «Сургутнефтегеофизика» и эксплуатируется в этой организации с 2006 г. по настоящее время.

Технология исследований керн рекомендована и применялась с 2014 г. для исследования высокоуглеродистых пород доманиковой формации на месторождениях ОАО «Роснефть» и «Татнефть».

6. Специальность, которой соответствует диссертация

Областью исследований представленной научной работы Калмыкова Георгия Александровича является: изучение геологического строения отложений баженовской свиты в наиболее перспективной для добычи подвижной нефти зоне ее развития; исследование фильтрационно-емкостных, геохимических и литологических характеристик пород баженовской свиты на образцах керн и в результате интерпретации комплексов геофизических исследований скважин; разработка алгоритмов определения подсчетных параметров отложений баженовской свиты; оценка ресурсной базы баженовской свиты по трем типам объемов нефти: подвижная, «высвобождаемая» и «синтетическая» нефть.

Указанная область и способы исследования соответствуют паспорту специальности 25.00.12 - Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений.

7. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Результаты исследований по теме диссертации опубликованы соискателем в 48 статьях в рецензируемых научных журналах, входящих в список ВАК, докладывались на 21 конференции, опубликованы в 5 статьях, принятых по результатам докладов на международных конференциях, вошли в два учебных пособия для студентов геологического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова. Соискатель является автором 4-х патентов и 1 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации

1. Афанасьев, И. С. Баженовская свита. Общий обзор, нерешенные проблемы. / И. С. Афанасьев, Е. В. Гаврилова, Е. М. Бирун, **Г.А. Калмыков**, Н. С. Балущкина // «Научно-технический вестник ОАО«НК«Роснефть» - 2010. - №4 - с.20-25.

2. Балущкина, Н. С. Закономерности строения баженовского горизонта и верхов абалакской свиты в связи с перспективами добычи нефти из них. / Н. С. Балущкина, **Г. А. Калмыков**, Т. А. Кирюхина, Н. И. Коробова, Д. В. Корост, Е. В. Соболева, А. В. Ступакова, Н. П. Фадеева, Р. А. Хамидуллин, Т. А. Шарданова // Геология нефти и газа. – 2013. – № 3. – с.48-61.

3. Хамидуллин, Р. А. Фильтрационно-емкостные свойства пород баженовской свиты. / Р. А. Хамидуллин, **Г. А. Калмыков**, Д. В. Корост, Н. С. Балущкина, А. И. Бакай // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. – 2013. – №5. – с.57-64.

4. Балущкина, Н. С. Кремнистые коллекторы баженовского горизонта Средне-Назымского месторождения и структура их пустотного пространства. / Н.С.Балущкина, **Г. А. Калмыков**, В. С. Белохин, Р. А. Хамидуллин, Д. В. Корост // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология – 2014. – №2. – с.35-43.

5. Билибин, С. И. К оценке запасов и ресурсов сланцевой нефти. / С. И. Билибин, **Г. А. Калмыков**, Н. С. Балущкина, А. Г. Былевский, Е. А. Юканова, С. И. Бачин, Л. Н. Валова // Недропользование XXI век. – 2015. – №1 (51). – с.34-45.

6. Билибин, С. И. Модель нефтесодержащих пород баженовской свиты. / С. И. Билибин, **Г. А. Калмыков**, Д. И. Ганичев, Н. С. Балущкина // Геофизика – 2015. – № 3. – с.5-14.

7. Козлова, Е. В. Формы нахождения углеводородов в породах баженовской свиты. / Е. В. Козлова, **Г. А. Калмыков**, Д. И. Ганичев, Н. С. Балущкина // Геофизика. – 2015. – № 3. – с.15-22.

8. **Калмыков, Г. А.** Настройка петрофизической модели по отложениям баженовской свиты по скважинам с расширенным комплексом ГИС. / **Г. А. Калмыков**, Т. Ф.

Дьяконова, Т. Г. Исакова, Е. А. Юканова, Д. И. Ганичев // Геофизика. – 2015. – № 3. – с.28-36.

9. Билибин, С. И. Алгоритмы определения подсчетных параметров и методика оценки подвижных запасов V1 и ресурсов V2 и V3 баженовской свиты по Салымской группе месторождений / С. И. Билибин, Л. В. Валова, Т. Ф. Дьяконова, Т. Г. Исакова, Е. А. Юканова, Ю. В. Полякова, Г. А. **Калмыков** // Геофизика. – 2015. - № 3. - с. 37-50.

10. Билибин, С. И. Геолого-геофизические критерии выделения зон разной продуктивности баженовской свиты на примере Салымской группы месторождений. / С. И. Билибин, Г. А. **Калмыков**, А. В. Вовк, Т. Ф. Дьяконова, Д. И. Ганичев, Т. Г. Исакова, Е. А. Юканова // Геофизика. – 2015. – № 3. – с.51-58.

11. Бычков, А. Ю. Экспериментальные исследования получения углеводородных флюидов из пород баженовской свиты при гидротермальном воздействии. / А. Ю. Бычков, Г. А. **Калмыков**, И. А. Бугаев, А. Г. Калмыков, Е. В. Козлова // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. – 2015. – №4. – с.34-39.

12. Козлова, Е. В. Технология исследования геохимических параметров органического вещества керогенонасыщенных отложений (на примере баженовской свиты, Западная Сибирь). Е. В. Козлова, Н. П. Фадеева, Г. А. **Калмыков**, Н. С. Балущкина, Н. В. Пронина, Е. Н. Полудеткина, О. В. Костенко, А. Ю. Юрченко, Р. С. Борисов, А. Ю. Бычков, А. Г. Калмыков, Р. А. Хамидуллин, Е. Д. Стрельцова // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. – 2015. – №5. – с.44-53.

13. Балущкина, Н. С. Структура пустотного пространства нефтенасыщенных пород баженовской и абалакской свит в центральной части Западно-Сибирского бассейна / Н. С. Балущкина, Г. А. **Калмыков**, Н. И. Коробова, Т. А. Шарданова // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. – 2015. – №5. – с.69-77.

14. Васильев, А. Л. Исследования морфологии пустотного пространства керогена баженовской свиты. / А. Л. Васильев, Е. Б. Пичкур, А. А. Михуткин, М. Ю. Спасеных, Н. Н. Богданович, Н. С. Балущкина, Г. А. **Калмыков** // Нефтяное хозяйство. – 2015. – №10. – с.28-31.

Результаты интеллектуальной деятельности

1. **Калмыков Г.А.** Патент №2149428 от 14.10.1999 «Способ определения содержания отдельных минералов или компонент в горных породах».

2. **Калмыков Г.А.** Патент РФ № 2330311 от 27.07.2008 «Способ выделения продуктивных коллекторов и определения их пористости в отложениях баженовской свиты».

3. Патент на изобретение «Способ определения коэффициента нефтегазонасыщенности по комплексу ГИС на основании импульсных нейтронных методов каротажа». Авторы Белохин В. С., **Калмыков Г. А.**, Кашина Н. Л. Заявка № 2012112213/28(034389) Приоритет 01.06.2012.

4. Патент на изобретение «Способ определения коэффициента обводненности и состава притока нефтяной скважины». Авторы Белохин В. С., **Калмыков Г. А.**, Кашина Н. Л. Заявка № 2012113376/03(020227) Приоритет 06.04.2012.

5. Белохин В. С., **Калмыков Г. А.** «Программный комплекс определения минерального состава пород «МинАн», Дата поступления 3 февраля 2009 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 17.03.2009 г. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009611480.

Диссертация «Строение баженовского нефтегазонаосного комплекса как основа прогноза дифференцированной нефтепродуктивности» Калмыкова Георгия Александровича рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.12- Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений.

Заключение принято на заседании кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых 8.06.2016 г.

Присутствовало на заседании 24 человек. В том числе Ступакова А.В. –д.г.-м.н., зав. кафедрой геологии и геохимии горючих ископаемых; Карнющина Е.Е., д.г.-м.н., профессор; Жемчугова В.А., д.г.-м.н., профессор; Япаскерт О.В., д.г.-м.н., профессор, зав. кафедрой литологии и морской геологии; Бычков А.Ю., д.г.-м.н., профессор кафедры геохимии; Билибин С.И., д.т.н., заместитель генерального директора ОАО «ЦГЭ».

Результаты голосования: «за» - 24 человека, «против» - 0 человек, «воздержалось» - 0 человек, протокол №12 от 8.06.2016 г.

Ступакова А.В. –д.г.-м.н.

зав. кафедрой геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова
Фадеева Н.П. –к.г.-м.н.

ученый секретарь кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых

