

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Закревского Константина Евгеньевича

«Повышение геологической достоверности цифровых моделей месторождений углеводородов (с коллекторами порового типа) на основе системного анализа», представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.12 - геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений

1. Актуальность избранной темы диссертации

В настоящее время одним из главных направлений повышения качества разведки, проектирования, управления и контроля над разработкой месторождений нефти и газа является использование цифровых геолого-технологических моделей. Современные программные пакеты позволяют оперировать геологической и технологической информацией в трехмерном объеме (3D). Геологическое моделирование позволяет осуществлять подсчет запасов углеводородов и проектирование новых скважин, а также создает основу для гидродинамического моделирования.

Диссертационная работа Закревского К.Е. посвящена решению актуальной и важной народно-хозяйственной задачи по повышению геологической достоверности цифровых геологических моделей месторождений углеводородов. Разработки в области повышения качества и достоверности трехмерных цифровых геологических моделей используются в добывающих компаниях для повышения эффективности как геологоразведочных работ, так и эксплуатации разрабатываемых месторождений.

Так как цифровое геологическое моделирование является достаточно новым направлением в геологии нефти и газа, то разработка путей повышения качества и достоверности цифровых геологических моделей месторождений углеводородов является новой и весьма актуальной задачей, требующей всестороннего анализа и системного подхода. Результаты исследований, полученные автором, востребованы в качестве основы для совершенствования процесса создания цифровых геологических моделей месторождений углеводородов, а также для разработки программных пакетов геологического 3D моделирования.

2. Степень обоснованности и достоверности положений, выводов и рекомендаций, выносимых на защиту

Диссертационное исследование К.Е.Закревского базируется на обширном фактическом и теоретическом материале, собранном и проанализированном автором за последние примерно 20 лет. Под руководством автора и им лично, используя набор статистических и аналитических методов оценки качества, было выполнено более тысячи экспертиз цифровых геологических моделей, созданных при подсчете запасов и мониторинге разработки в России и за рубежом. Разработаны адресные методические рекомендации по созданию геологических моделей терригенных отложений юры и неокома Западной Сибири. На основе рекомендаций построено 20 глобальных и 50 секторных моделей. По результатам последующего эксплуатационного и разведочного бурения и «слепого» тестирования установлена высокая предсказательная способность этих моделей.

Система тестов, разработанная для оценки качества работы алгоритмов в пакетах геологического моделирования, подтверждается аналитическими решениями и сравнением результатов работы пакетов геологического моделирования между собой на синтетических моделях и моделях реальных месторождений. Основные положения диссертации изложены в монографиях и статьях автора, апробированы на многочисленных научных, научно-практических и научно-технических конференциях и совещаниях.

Таким образом, степень обоснованности и достоверности положений, выводов и

рекомендаций, выносимых на защиту, оценивается оппонентом как высокая.

3. Научная новизна и основные научные результаты работы

В результате проведенных исследований были получены результаты, научная новизна которых, с чем согласен оппонент, заключается в следующем:

1. Впервые обоснован набор статистических и аналитических методов оценки качества цифровых геологических моделей для различных этапов их построения и стадий освоения залежей углеводородов с использованием статистического и корреляционного анализов, а также анализа детерминистского тренда и локальных аномалий, экспертной оценки,

2. Впервые предложен комплексный параметр качества, позволяющий количественно оценивать качество создания геологической модели. Параметр качества определяется количественными экспертными оценками качества этапов построения модели с учетом весовых коэффициентов, учитывающих тип анализируемой модели,

3. Впервые разработана совокупность методов адресной интеллектуальной поддержки цифрового геологического моделирования, учитывающая разномасштабность и достоверность методов изучения резервуаров на разных стадиях освоения залежей углеводородов,

4. Впервые предложена концепция оценки работоспособности алгоритмов, используемых при геологическом моделировании, которая представлена комплексом контрольных тестов (геометрический, стохастический, вариограммный),

5. Впервые обоснован набор основных особенностей цифрового геологического моделирования терригенных отложений Западной Сибири различного возраста и генезиса.

4. Практическая значимость работы

Системный подход к управлению качеством создания цифровых геологических моделей, основанный на комплексе критериев его оценки, позволяет снизить трудозатраты на построение цифровых геологических моделей за счет уменьшения количества ошибок. Статистическая оценка информации по процессу построения цифровых геологических моделей в компании ТНК-ВР позволила получить среднюю величину оценки снижения трудозатрат 15-20%. Результаты последующего бурения и проверка методом «слепой скважины» показывают повышение достоверности на 15-25% цифровых геологических моделей, построенных на основе адресных рекомендаций по созданию цифровых геологических моделей.

Автор руководил и непосредственно участвовал в массовой (более тысячи) оценке качества цифровых геологических моделей залежей, расположенных в разных регионах России и мира. Эти модели создавались как при подсчете запасов, так и при составлении технологических документов. В их числе были модели уникальных по размерам и сложности строения месторождений: Самотлорского, Приобского, Краснотенского, Юрубчено-Тохомского, Ванкорского, Русского, Ватъеганского, Ватинского, Тевлинско-Рускинского, Куюмбинского, Повховского и др.

Авторские идеи и алгоритмы технологии оценки качества цифровых геологических моделей, касающиеся анализа исходных данных, создания каркаса, кубов свойств пород, поверхностей контактов, применения сейсмических атрибутов и принципиальных моделей, а также точности и корректности работы математических алгоритмов использовались при создании следующих программных пакетов и модулей: пакет «РН-Геосим» (Роснефть), пакет «АТЛАС-Экспертиза» (ТИНГ), плагин в Petrel (Шлюмберже-ТНК-ВР), модуль «ReXLab» в «РН-КИМ» (ПАО «НК «Роснефть»).

Разработки соискателя были использованы при составлении отраслевых руководств и инструкций, связанных с созданием и экспертизой цифровых геологических моделей (Минтопэнерго, Роснедра), а также корпоративных документов (ОАО «ЛУКОЙЛ», ОАО

5. Структура и содержание работы

Диссертация К.Е.Закревского состоит из введения, 5 глав и заключения. Общий объем составляет 379 страниц, включая 4 таблицы, 190 рисунков и список литературы из 259 наименований. Структура работы построена в соответствии с выполненными исследованиями и примерами их положительного применения на конкретных объектах. Защищаемые в работе положения формулируются в конце главы, посвященной рассмотрению исследуемых вопросов.

Введение. Во введении обоснована актуальность работы, определены цели исследований и сформулированы основные задачи. Изложена научная новизна и защищаемые положения, практическая значимость и структура работы.

Глава 1. Современное состояние геологического 3D моделирования месторождений углеводородов. В первой главе рассматриваются возникновение и развитие цифрового геологического 3D моделирования месторождений углеводородов, внедрение системы повышения качества продукции, способы оценки качества моделей и программных пакетов, применение приемов менеджмента качества к процессу моделирования, информационное обеспечение процесса моделирования. На основе анализа данной информации формулируются актуальные вопросы повышения качества и достоверности трехмерных цифровых геологических моделей, решение которых рассматривается в следующих главах. Основные выводы, сформулированные в конце главы, следующие.

Разработки автора использованы в большинстве отраслевых и корпоративных документов в России в области оценки качества геологических моделей. За период 2009-2020 гг. накоплен большой практический опыт экспертизы качества геологических моделей, который требует анализа и обобщения. Вопрос количественной оценки качества моделей разработан недостаточно. Необходимо на новом уровне обосновать набор статистических и аналитических методов оценки качества цифровых геологических моделей, предложить параметр качества, позволяющий количественно оценивать процесс создания геологической модели с учетом стадийности освоения месторождений и типов моделей.

В настоящее время тестирование пакетов геологического моделирования осуществляется только с точки зрения проверки функциональности пакета – наличия возможностей пакета по работе с данными, построению карт, кубов и др. Требуется система тестирования, позволяющая сравнивать работу разных пакетов геологического моделирования между собой и определять достоверность (точность) расчетов.

Существуют базы данных и базы знаний, помогающие геологу в моделировании месторождений. Однако, в области интеллектуальной поддержки процесса геологического моделирования существует проблема отсутствия конкретных знаний по особенностям геологического моделирования отложений разного возраста и генезиса. Решение проблемы – создание адресных рекомендаций по созданию геологических моделей.

Глава 2. Оценка качества моделей и программных пакетов. Вторая глава состоит из трех основных разделов, в каждом из которых описывается предлагаемое решение одной из актуальных проблем качества геологического моделирования.

В первом разделе рассматриваются способы и критерии качества цифровых геологических моделей. На основе опыта экспертиз большого количества моделей обоснован набор статистических и аналитических методов оценки качества цифровых геологических моделей (около 70 показателей). Для каждого этапа разработаны свои количественные и качественные способы и критерии. Корреляционный анализ выполняется двух видов. Во-первых, оценивается коррелируемость (согласованность) изменений параметра по площади и по разрезу. Во-вторых, оценивается сохранение коррелируемости (тесной связи) разных параметров между собой по скважинам и в

модели. Широко используются зависимости типа «геологический параметр - абсолютная пространственная координата (XY, Z)». Другой распространенный случай – использование зависимостей типа «геологический параметр – относительная пространственная координата ($\Delta XY, \Delta Z$)».

Во втором разделе описывается разработка и применение комплексного параметра качества цифровых геологических моделей. Для оценки качества моделей применен подход, при котором используются экспертные оценки качества модели специалистом-гидродинамиком. Была сформирована выборка более чем из 100 месторождений. Далее по этим месторождениям экспертами-геологами на основе разработанных способов и критериев оценки была сделана количественная оценка качества каждого из параметров создания модели. Кроме того, были получены и количественные оценки качества моделей экспертами по гидродинамическому моделированию. Настройка оценок качества моделей геологами на оценки качества моделей гидродинамиками позволило создать комплексный количественный параметр качества геологической модели.

В третьем разделе предложен набор тестов для пакетов геологического моделирования. Такие тесты направлены на оценку точности математических алгоритмов, используемых на разных стадиях построения геологической модели: создание структурного каркаса (межскважинная корреляция, картопостроение, построение расчетной сетки), перенос скважинных данных на сетку, построение вариограмм, распространение свойств в межскважинном пространстве, подсчет запасов. Набор функциональных тестов использовался при тестировании пакета геологического моделирования «РН-Геосим», разработанного в ПАО «НК «Роснефть» автором и специалистами института «УфаНИПИнефть», а также для сравнения «РН-Геосим» с известными пакетами геологического моделирования.

Таким образом, во второй главе показано решение актуальных вопросов повышения качества трехмерных геологических моделей и сформулировано защищаемое положение 1 - оценка качества цифровых геологических моделей для различных этапов их построения и стадий освоения залежей углеводородов должна включать статистический и корреляционный анализ данных, а также анализ детерминистского тренда и локальных аномалий, позволяющий количественно оценивать качество создания геологической модели с помощью весовых коэффициентов достоверности. Работоспособность алгоритмов, используемых при геологическом моделировании, проверяется комплексом контрольных тестов (геометрических, стохастических и вариограммных), а также сравнением пакетов между собой.

Глава 3. Информационная поддержка процесса моделирования - адресные методические рекомендации. В третьей главе показано решение наиболее актуальной на сегодняшний день задачи системы информационной интеллектуальной поддержки моделирования путем создания адресных методических рекомендаций (АМР) по геологическому моделированию отложений различного генезиса и строения.

Опираясь на накопленный опыт работ по созданию и экспертизе цифровых геологических моделей, сформулированы основные принципы и требования к созданию адресных, предметно ориентированных, рекомендаций по созданию геологических моделей. Содержание АМР должно соответствовать этапности работ по созданию цифровой геологической модели с учетом предварительных работ по созданию концептуальной седиментационной и тектонической модели, а также модели флюидонасыщения.

Определяется объект исследований. Приводятся его характерные признаки, свойства, распространение по площади и по разрезу (возраст), возможные типы ловушек и типы залежей, затем дается описание седиментационной, тектонической и флюидной моделей. Описание седиментационной модели объекта исследований включает в себя: выделение зон различного осадконакопления по керну, каротажу и сейсморазведке,

представление их образов, обоснование принципов проведения границ между зонами, характеристика различий в статистике для разных зон. Тектоническая модель предполагает описание принципов опознания и трассировки нарушений, характеристику тектонического режима и его изменений в геологическом времени, обоснование селекции нарушений, указание направления регионального стресса.

Флюидная модель состоит из нескольких ключевых позиций. Это определение положения флюидных контактов в скважинах (каротаж, испытания, керн, учет влияния разработки и погрешностей инклинометрии), анализ изменения отметок контактов по площади (тенденции), обоснование возможных причин различия контактов. При описании петрофизической модели характеризуется модель коллектора, основные литологические типы пород, их диагностика, петрофизические зависимости с дифференциацией по литотипам. Сейсмогеологическая модель дается в виде отдельных разделов: сейсмические репера-горизонты, кинематическая интерпретация, скоростная модель, погрешности структурных построений, проблемы сейсмической тени (от газовой шапки), возможности качественного анализа сейсморазведки (выделение русел, баров). Затем в АМР излагаются рекомендации по построению собственно цифровой геологической модели. При формировании структурного каркаса особое внимание уделяется корреляции. При заполнении ячеек каркаса в межскважинном пространстве рекомендуются в зависимости от стадии освоения залежи наиболее эффективные методы для распространения фаций и литологии и для распространения свойств.

Далее приводятся примеры создания АМР. АМР по созданию моделей залежей в клиноформных отложениях неокома Западной Сибири состоят из основной части, посвященной собственно цифровому геологическому моделированию, и приложений, посвященных геологическим и геофизическим работам, предваряющим этап геологического моделирования. Для клиноформных отложений Западной Сибири отдельно рассматриваются особенности моделирования шельфовых, склоновых и глубоководных отложений. В АМР по созданию моделей залежей углеводородов в аптских отложениях пласта АВ1 Самотлорского месторождения создание каркаса осуществляется на основе циклостратиграфической модели осадконакопления: выполняется корреляция глинистых реперов поверхностей максимального затопления. Гидродинамический режим залежей определяется единой субгоризонтальной поверхностью газонефтяного и наклонной поверхностью водонефтяного контакта со скачками на границах тектонических нарушений – безамплитудных горизонтальных сдвигах. В АМР для горизонта Ю1 верхней юры Томской области Западной Сибири объект исследования в пределах Томской области представлен местными стратиграфическими подразделениями: васюганской (преимущественно мелководно-морской) и наунакской (прибрежно-континентальной) свитами. Основой для построения структурного каркаса является прослеживание горизонта Па (бажен). Нарушения, контролирующие блочность резервуара, локализуются по кинематическим и динамическим характеристикам волнового поля. Сложность и неоднозначность установления положения флюидных контактов в скважинах и вариативности контактов по площади связано с влиянием многих геологических факторов: активной тектоники, изменчивости литологии, гидродинамического напора подземных вод.

Таким образом, в третьей главе впервые разработана совокупность методов адресной интеллектуальной поддержки цифрового геологического моделирования, учитывающая разномасштабность и достоверность методов изучения резервуаров на разных стадиях освоения залежей углеводородов, впервые обоснован набор основных особенностей цифрового геологического моделирования терригенных отложений Западной Сибири различного возраста и генезиса. Сформулированы защищаемые положения 2, 3 и 4.

Защищаемое положение 2 - при построении моделей залежей в проградационных клиноформных отложениях неокомского нижнемелового возраста Западной Сибири стратиграфический каркас модели формируется по трансгрессивным морским глинистым пачкам, соответствующим поверхности максимального затопления, а для отложений

подошвы склона, склона и шельфа применяются различные принципы учета данных керна, каротажа и сейсморазведки, изменчивости пород и их пространственной геометрии.

Защищаемое положение 3 - для аптских отложений Саянского месторождения, сформированных в часто меняющихся условиях приливо-отливной равнины, создание каркаса необходимо проводить на основе циклостратиграфической модели осадконакопления с единой трехмерной сеткой для пойменных и меандрирующих русловых отложений, с использованием динамического анализа волнового поля в качестве низкочастотного тренда распространения песчаников в межскважинном пространстве. Гидродинамический режим залежи определяется единой субгоризонтальной поверхностью газонефтяного и наклонной поверхностью водонефтяного контакта со скачками на границах тектонических нарушений – безамплитудных горизонтальных сдвигах.

Защищаемое положение 4 - для горизонта Ю1 верхней юры Томской области Западной Сибири при построении каркаса геологических моделей ключевую роль играют основные корреляционные реперы: битуминозные аргиллиты баженской свиты, региональный уголь У и низкоомные глины нижневасюганской подсвиты. Для межскважинной корреляции и распределения фильтрационно-емкостных свойств пород в объеме резервуара необходимо использовать кинематические характеристики волнового поля и учитывать разнообразие литотипов при построении непрерывного куба песчаности. Гидродинамический режим залежи свидетельствует о многофакторности причин негоризонтальности флюидных контактов (тектоника, гидродинамический напор вод, капиллярные эффекты при изменении свойств пород).

Глава 4. Практические примеры оценки качества геологических моделей и программных пакетов. В четвертой главе приводятся практические примеры оценки качества цифровых геологических моделей месторождений углеводородов, расположенных в различных нефтегазовых районах России и за рубежом. Подавляющее число экспертируемых моделей было построено для месторождений с коллекторами порового или порово-кавернозного типа. Реальное опробование авторской технологии оценки качества для геологических моделей с распределением трещиноватости в объеме резервуара отсутствует в связи с крайне незначительным числом таких моделей, строящихся в России.

Далее рассматривается применение комплексного параметра качества. Эффективность использования комплексного параметра качества цифровых геологических моделей R_{QC} в производственном процессе нефтяной компании изучалась на ряде моделей продуктивных пластов месторождений Западной Сибири и Оренбургской области. Показана практическая применимость R_{QC} в качестве инструмента, необходимого для анализа и оптимизации единого создания адекватных и детальных геолого-гидродинамических моделей на стадиях разведки и разработки месторождений углеводородов. Массовое практическое опробование комплексного параметра качества R_{QC} на основе разработанных способов и критериев оценки качества было выполнено в Тюменском нефтяном научном центре (ТННЦ).

В конце главы показаны результаты практического тестирования пакетов геологического моделирования. Проверка работоспособности созданного набора функциональных тестов в части оценки алгоритмической и счетной корректности работы модулей различных пакетов ПО была выполнена автором в сотрудничестве со специалистами УфНИИНефть. Наиболее геологически интересен геометрический тест (расчет объемов). Тест заключается в проверке расчета объемов нефтесодержащих пород в различных программных пакетах: Petrel, RMS, РН-Геосим для крупного месторождения Западной Сибири (пласты группы АВ). Число скважин при расчетах варьировалось – скважины равномерно «прореживались». По результатам расчетов сделан вывод, что точность расчета объемов нефтенасыщенных пород во всех пакетах примерно одинакова, при уплотнении сетки скважин погрешность оценки величины запасов уменьшается

В выводах по четвертой главе отмечается, что в ней приведены примеры оценки качества геологических моделей и программных пакетов. Эти примеры иллюстрируют практическую работоспособность и высокую эффективность использования набора статистических и аналитических методов и параметра R_{QC} для оценки качества моделей. Такую же эффективность демонстрируют функциональные контрольные тесты в области тестирования алгоритмов разных программных пакетов геологического моделирования.

Глава 5. Примеры создания цифровых геологических моделей на основе адресных методических рекомендаций. В пятой главе приводятся примеры создания цифровых геологических моделей на основе адресных методических рекомендаций, описанных в третьей главе. Описывается процедура создания моделей в соответствии с методическими рекомендациями и с акцентом на геологические особенности строения объектов, значимые для построения модели.

Один из примеров изучения геологического строения месторождения на начальной стадии освоения (гринфилд) и его геологического моделирования в трехмерном объеме резервуара приводится для пласта Ач3-4 фондоформных ачимовских отложений, расположен на территории Уренгойского месторождения (Ново-Уренгойский лицензионный участок). Месторождение находится в восточной части Западно-Сибирского бассейна. Другой пример – это построение секторной модели пласта АВ1 Самотлорского месторождения. Геологическое моделирование проведено в программных пакетах компаний Schlumberger. Сектор расположен в северо-западной части лицензионного участка Самотлорского месторождения. Следующий пример – пример построения цифровой геологической модели отложений горизонта Ю1 Игольско-Талового месторождения.

Далее дана информация по оценке достоверности моделей. Данные бурения и «слепых» тестов показывают увеличение в среднем на 15-25% прогнозной силы цифровых трехмерных геологических моделей изучаемых отложений, построенных на основе АМР, по сравнению с моделями, построенными на основе общих рекомендаций.

Выводы по пятой главе следующие. В пятой главе рассмотрены примеры создания геологических моделей отложений различного возраста, распространенности и условий осадконакопления на основе адресных методических рекомендаций. Практическое использование АМР для построения геологических моделей описываемых отложений в научно-исследовательских институтах позволило существенно повысить качество создаваемых моделей, упростить и ускорить их экспертизу, формализовать договорные отношения по созданию геологических моделей между Заказчиками (нефтедобывающими предприятиями) и Исполнителями (институтами).

Заключение. В заключении констатируется, что в процессе проведенных исследований была достигнута поставленная цель – разработан системный подход к повышению качества цифровых геологических моделей, основанный на технологии оценки достоверности моделей, учитывающей этапность освоения месторождений углеводородов. Получены следующие результаты:

1. Рассмотрен процесс создания геологической модели как части общего процесса разведки и разработки месторождения углеводородов, определены источники исходных данных, внешние и внутренние потребители информации, типы геологических моделей и их востребованность на различных стадиях освоения месторождений.
2. Изучены современные зарубежные и отечественные разработки в области оценки качества цифровых геологических моделей, включая отечественные отраслевые, корпоративные и общедоступные документы и стандарты контроля качества, а также специализированные программные пакеты создания и экспертизы цифровых геологических 3D моделей месторождений углеводородов.
3. Проанализирован процесс информационной поддержки геологического моделирования, основой которого являются системы хранения данных и системы

управления знаниями, выявлена проблема отсутствия знаний по особенностям геологического моделирования отложений разного возраста и генезиса.

4. Обоснован набор статистических и аналитических методов оценки качества цифровых геологических моделей для различных этапов их построения и стадий освоения залежей углеводородов с использованием статистического и корреляционного анализов, а также анализа детерминистского тренда и локальных аномалий, экспертной оценки.

5. Предложен комплексный параметр качества, позволяющий количественно оценивать качество создания геологической модели. Параметр качества определяется количественными экспертными оценками качества исполнения этапов построения модели с учетом весовых коэффициентов, учитывающих тип анализируемой модели.

6. Разработана совокупность методов адресной интеллектуальной поддержки цифрового геологического моделирования, учитывающая разномасштабность и достоверность методов изучения резервуаров на разных стадиях освоения залежей углеводородов. Основным методом является подготовка адресных, предметно ориентированных методических рекомендаций по особенностям геологического моделирования отложений разного возраста и генезиса.

7. Предложена концепция оценки работоспособности алгоритмов, используемых при геологическом моделировании, которая представлена комплексом контрольных тестов (геометрический, стохастический, вариограммный). В результате проведенного функционального тестирования была объективно оценена точность расчетов в пакетах геологического моделирования, сделана оценка качества пакетов и сравнительный анализ.

8. Обоснован набор основных особенностей цифрового геологического моделирования терригенных отложений Западной Сибири различного возраста и генезиса.

9. Практическое использование авторских способов и критериев для массовой экспертизы геологических моделей и создания регламентных и методических документов, а также адресных методических рекомендаций для создания моделей позволило повысить достоверность трехмерных цифровых геологических моделей месторождений углеводородов.

6. Замечания к работе

К представленной работе у оппонента имеется ряд замечаний. В методических рекомендациях по созданию трехмерных цифровых геологических моделей достаточно подробно рассматриваются вопросы построения тектонической и флюидной моделей. К сожалению, при создании тектонической и флюидной моделей подробно не рассмотрен вопрос анализа проводимости разломов на основе комплексирования геологической, геофизической и промысловой информации и установления достоверности тектонической модели залежей.

В работе приведена информация о том, что гидродинамический напор приведет к наклону зеркала чистой воды. Однако, в таком случае нельзя рассматривать залежь как равновесную систему, для которой справедливы законы распределения насыщенности в залежах в соответствии с концепцией капиллярного равновесия. Таким образом, либо не следует применять термин зеркало чистой воды, либо следует дополнительно оговаривать, что наклон этой поверхности будет кажущимся из-за влияния гидродинамического напора на характер насыщения в залежи. В тексте диссертации слабо освещены проблемы, связанные с моделированием остаточной нефтенасыщенности в газовой шапке.

7. Общая оценка работы и заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Несмотря на отмеченные замечания, диссертация К.Е.Закревского является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных

автором исследований решена важная научная проблема и изложены новые научно обоснованные технологические и методические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. Текст диссертации изложен понятно и хорошо иллюстрирован. Обозначенные в диссертации цели и задачи исследований решены, а выводы – новы и обоснованы. Защищаемые положения, по мнению оппонента, доказаны. Научные разработки автора апробированы на научно-практических международных и отечественных конференциях.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертация Константина Евгеньевича Закревского отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 25.00.12 - «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений» (по геолого-минералогическим наукам), а также критериям, определенным в Положении о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова от 08.05.2019 г. №542, диссертация оформлена в соответствии с Положением о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Соискатель Закревский Константин Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.12 - «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений».

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

Официальный оппонент:

Лобусев Александр Вячеславович

доктор геолого-минералогических наук,
профессор, заведующий кафедрой общей
и нефтегазопромысловой геологии
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

16.03.2021г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский Государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина»



✓

