

## ОТЗЫВ

на диссертацию Черновой Оксаны Сергеевны

«Научные основы построения геостатических моделей и геометризации юрско-меловых природных резервуаров Западной Сибири на базе петрофизических и седиментологических исследований керна», представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.16 – горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр

Актуальность. Как и во многих других нефтедобывающих регионах России крупные месторождения углеводородов Западной Сибири находятся на завершающих стадиях разработки, что обусловлено ухудшением структуры запасов и снижением объемов нефтегазодобычи. В работе указывается, что основные эксплуатационные объекты характеризуются высокой степенью вовлеченности в разработку, высокой выработанностью залежей и значительным обводнением добываемой продукции. Подобное приводит к существенным расхождениям проектных и фактических показателей разработки залежей и месторождений. В качестве основных причин такого несоответствия автор видит в пространственной неоднородности фильтрационно-емкостных свойств объектов нефтедобычи и анизотропии их проницаемости. Поэтому, как справедливо указывается, для эффективной разработки сложнопостроенных эксплуатационных объектов важным следует признать изучение причин и характера изменения состава и физических свойств пород-коллекторов, объединенных понятием геологической пространственной неоднородности. Последнее является важным для понимания и свойств межскважинного пространства.

Автором предлагается на основании комплексирования методов различных исследований, как дистанционных, так и прямых, построение детальных прогнозных моделей объектов, создаваемых на основе геолого-геофизической информации, что может привести к более эффективной разработке месторождений. Соответственно, наиболее актуальным вызовом современного нефтегазового инжиниринга и одним из основных стратегических направлений рационального освоения недр является построение 3Д-геолого-геофизических моделей объектов нефтегазодобычи.

С такой постановкой актуальности исследований и одним из путей решения проблемы повышения нефтедобычи следует согласиться.

Объектами исследования являются юрско-меловые терригенные природные резервуары различной генетической принадлежности, развитые в пределах Западно-Сибирской провинции на предмет выявления литолого-

петрофизической зональности разнофациальных толщ и определение степени влияния условий седиментации на разработку залежей углеводородов.

Названные отложения являются достаточно хорошо изученными и комплексный подход к их дальнейшему исследованию позволит более корректно создавать геологические, гидродинамические и другие модели, что, несомненно, повысит и их объективность.

Обзор ранее проведенных исследований по построению геологических моделей строения природных резервуаров, по словам автора, показал, что наиболее значимыми являются геоморфологический, литолого-стратиграфический и палеогеографический факторы, определяющие в итоге все базовые характеристики терригенного природного резервуара. В работе также указывается, что несмотря на определенную научную известность геолого-геофизических особенностей анализируемых природных систем, многие аспекты их строения остаются недостаточно изученными с позиций комплексирования различных свойств резервуаров, рассматриваемых в настоящей работе в качестве основных объектов нефтегазодобычи. Данное обстоятельство, по словам автора, явилось главенствующим в определении цели проведенного исследования.

Из сказанного вытекает цель и задачи исследования. Они сформулированы достаточно емко и их следует признать как соответствующие докторской диссертации по заявленной специальности.

Формулировки пунктов научной новизны работы, ее теоретической и практической значимости также соответствуют докторским диссертациям. Наиболее важными, на наш взгляд, здесь являются:

- предложенная автором систематика разномасштабных терригенных седиментологических объектов, определяющая уровни их организации и функциональные связи между ними, что позволяет упорядочить изученные природные терригенные системы в логически построенную иерархическую структуру;

- адаптация метода гидравлической единицы потока к технологии преобразования качественных характеристик понятиям фация, пространственная и гранулометрическая неоднородность в количественные показатели с последующей их передачей в геологические и гидродинамические модели;

- созданная генетическая литолого-петрофизическая классификация основных типов терригенных природных резервуаров Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна с позиций их фациальной принадлежности на основе метода гидравлических единиц потока;

- установление закономерностей распространения в разрезах и на площади исследования фаций, литогенетических типов терригенных пород, слагающих продуктивные горизонты юрско-мелового разреза, позволило

выявить принципы ранжирования и на его основе определить иерархические взаимосвязи всех членов систематики;

- зная природные механизмы и процессы, обуславливающие формирование определенных типов осадочных последовательностей предсказывать для территорий с определенным типом литогенеза и геотектоническим режимом возможные наборы (парагенетические ассоциации) седиментационных объектов и их латеральные вариации.

Автором работы обобщен громадный материал, как указывается, итог 25-летней работы по изучению литолого-фациальных и петрофизических особенностей разрезов юрско-меловых осадочных комплексов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции по керновому материалу. Выводы работы базируются не только на большом объеме фактического материала, но и знанием современных методик изучения природных резервуаров.

Автор диссертационной работы известен в кругах геологов, занимающихся нефтегазоносными объектами. Пользуется их уважением, обладает авторитетом, неоднократно выступал с устными докладами на конференциях и совещаниях различного уровня, его публикации известны.

*Первое защищаемое положение. Основой методологии палеоседиментологического моделирования по керну скважин является систематика терригенных природных резервуаров, разработанная в рамках системного геологического подхода, основанного на комплексных исследованиях разномасштабных уровней организации осадочного вещества. В рамках единой иерархической структуры, установленные уровни иерархии характеризуются закономерными парагенетическими связями, предопределяющими типовой ряд и свойства объектов. Для каждого уровня иерархии определены масштабы, объекты и методы исследования.*

В основу методологии палеоседиментологического моделирования, объектом исследования которого служил керновый материал, являются верные, на взгляд оппонента, представления О.С.Черновой об объектах исследования, как о целостных геологических системах, сформированных в определенном геологическом пространстве и временном интервале. Их предлагается рассматривать с системно-структурных позиций, что предполагает различные уровни организации вещества. Выделение последних проводилось по разномасштабности тех или иных неоднородностей.

Такой подход в предлагаемой автором тематике, несомненно, важен и его следует принять.

*Второе защищаемое положение. В результате проведенных литолого-фациальных исследований установлены 13 крупнейших пространственно-временных систем (групп макрофаций), представленных парагенезами 47 крупнейших фациальных комплексов, состоящих из закономерно*

*чередующихся в разрезе парагенезов литотипов пород, сформированных в рамках единого литоцикла. Выявленные диагностические критерии позволяют выявлять условия осадконакопления по керну скважин в рамках разработанной иерархической схемы.*

Здесь автором на основе изучения вещественно-текстурных характеристик пород, слагающих выделенные типовые резервуары проанализированы признаки сходства и различия в строениях разрезов в разных фациальных областях.

Проведенный анализ показал черты сходства состава и строения изучаемых отложений, представленных ритмично построенной сероцветной континентальной песчано-глинистой формацией, включающей пласты углей. Выявлено, что максимальные различия в строении изученных комплексов наблюдаются в отложениях прибрежных и мелководно-глубоководных морских условиях верхней юры и нижнего мела.

Обстановки осадконакопления (макрофации), формировавшие природные резервуары, традиционно разбиты на шесть групп. В каждой группе выделен типовой ряд фаций, состоящих из наборов литогенетических типов.

*Третье защищаемое положение. Выделение совокупности классов-коллекторов на базе гидравлических единиц потока с учетом разработанной фациальной систематики позволяет детально учитывать объемно-стохастическую фильтрационно-емкостную неоднородность природных резервуаров и способствует формированию более эффективных технологических схем разработки залежей углеводородов, являясь связующим звеном между количественными (петрофизическими) и качественными (седиментологическими) характеристиками резервуаров.*

Делается заслуживающая внимания попытка прогноза строения межскважинного пространства резервуара на основе предсказания его неоднородности, коллекторских свойств и насыщения. Заслугой автора является то, что в основу прогноза положены представления о слагающих резервуары литотипах, сформированных в определенных обстановках седиментогенеза, с одинаковыми значениями гидравлических единиц потока. Последняя и была положена в качестве базового элемента при построении математической трехмерной модели природного резервуара.

Новизной здесь следует считать то, что рассчитанные гидравлические единицы увязаны с седиментологической характеристикой пластов-коллекторов, что позволяет осуществлять прогноз латеральной распространенности и изменчивости гидравлических единиц потока в пределах резервуаров.

*Четвертое защищаемое положение. Систематизация распределений индикатора гидравлической единицы потока (параметра FZI) в зависимости*

*от значений пористости и проницаемости резервуара с учетом его фациальной принадлежности и неоднородности его порового пространства позволила выработать универсальную генетическую литолого-петрофизическую классификацию терригенных коллекторов на основе выделения гидравлических единиц потока (HFU) для условий Западной Сибири, объединяющую в себе качественные и количественные характеристики продуктивного резервуара.*

Используемая автором методика позволила в пределах каждого выделенного литотипа получить корреляционные связи между геофизическими (ГИС), петрофизическими (пористость, проницаемость), седиментологическими и петрографическими свойствами пород-коллекторов. Также для каждой рассмотренной фации, сложенной определенным набором литотипов, выделено оптимальное количество гидравлических единиц, здесь же рассчитаны пороговые значения их индикаторов. Отсюда для каждой фации в межскважинном пространстве было смоделировано распределения основных параметров пород-коллекторов.

Защищаемое положение носит методический характер, заключающийся в определенной последовательности и этапности моделирования природных резервуаров.

В диссертации О.С.Черновой справедливо говорится о том, что использование предложенной схемы иерархии седиментологических объектов позволит, учитывая седиментологические механизмы и процессы формирования определенных литотипов, предсказывать возможность пространственно-временного распределения гидравлических единиц потока в моделируемых природных резервуарах. Предложенная методика комплексирования седиментологического и петрофизического моделирования позволит показывать на геологических и гидродинамических моделях неоднородность структуры пустотного пространства литотипов, слагающих природные резервуары.

Несмотря на отмеченные и прокомментированные в отзыве достоинства диссертационной работы О.С.Черновой к ней имеются и определенные замечания:

1. Требуется пояснения фраза «юрско-меловые терригенные природные резервуары различной генетической принадлежности». Речь идет о различной фациальной принадлежности или автор еще какой-либо смысл?

2. В работе должное внимание уделяется седиментологическому фактору формирования свойств резервуаров, что, несомненно, является весьма важным. Однако в работах многих исследователей аналогичных объектов весьма важная роль отводится вторичным флюидным изменениям ФЕС пород-коллекторов, например, вторичной каолинитизации. Как автор

относится к этому и почему постседиментационному фактору формирования коллекторов не уделяется должного внимания в работе?

3. В чем автор видит универсальность генетической литолого-петрофизическая классификация основных типов терригенных природных резервуаров Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна с позиций их фациальной принадлежности на основе метода гидравлических единиц потока?

4. Недостаточно полно раскрыт пункт «Методология и методы исследования». Показаны методики, используемые автором при выполнении работы, весьма полно перечисляются авторы, внесшие существенный вклад в их обоснование и реализацию. Однако не показано, как автор их использовал. Хотя в главах диссертации этот, на наш взгляд, недостаток частично устранен.

5. Работа является законченным научно-квалификационным трудом. Однако в ней не озвучены перспективы дальнейших исследований по тематике проведенной работы. Поэтому хотелось бы услышать это на защите диссертации.

Заключение. Работа целостная. В ней показаны методические, научные и практические стороны проведенных исследований. Она по структуре, содержанию и сформулированным защищаемым положениям и выводам соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям. Судя по тексту, работа соответствует заявленной специальности. Автореферат соответствует диссертации. Защищаемые положения и основные выводы диссертации опубликованы в изданиях, рекомендуемых ВАК. Автор диссертации известен широкому кругу специалистов, занимающихся изучением терригенных пород-коллекторов. На взгляд оппонента, работа с успехом может быть защищена.

Морозов Владимир Петрович, д.г.-м.н., 25.00.06 – литология, проф., зав. каф. минералогии и литологии Института геологии и НГТ Казанского федерального университета. vladimir.morozov@kpfu.ru, (843)2337988, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18, КФУ, ИГиНГТ. <http://kpfu.ru>.

Даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу в соответствии с требованиями Минобрнауки России.

10.12.2018 г.

\_\_\_\_\_ (Морозов В.П.)

