Отзыв
официального оппонента доктора геолого-минералогических наук
Шишлова Сергея Борисовича
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»,
представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.16 – Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр

Выполненное Оксаной Сергеевной Черновой исследование направлено на совершенствование методики построения модели терригенного природного резервуара для предсказания особенностей его эксплуатации и прогноза зон с улучшенными коллекторскими свойствами на основе комплексного использования результатов петрофизических и седиментологических исследований керна.

Объектом исследования являются юрско-меловые терригенные природные резервуары различной генетической принадлежности, развитые в пределах Западной Сибири.

Работа актуальна, т. к. большинство месторождений Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции находятся на завершающих стадиях разработки, с неуклонным истощением традиционных запасов углеводородов и снижением темпов роста нефтегазодобычи. При этом главной проблемой, возникающей при эксплуатации преобладающего количества залежей, является существенное расхождение проектных и фактических показателей разработки, связанное с неоднородностью фильтрационно-емкостных свойств и анизотропией проницаемости. В этой ситуации экономически эффективная разработка месторождений невозможна без построения трехмерных цифровых геолого-геофизических моделей объектов нефтегазодобычи. Для этого необходима методика комплексной обработки базовых данных (керн, сейсмические исследования, ГИС) для адекватного описания распределения в пространстве ключевых свойств резервуара (пористости и проницаемости), определяющих поведение залежи в процессе разработки.

В рамках предпринятого исследования автор сформулировал и решает следующие задачи:

1. установить иерархическую соподчиненность седиментологических объектов, выявить их парагенетические связи и разработать их систематику, основанную на иерархическом принципе объединения осадочных тел;
2. выделить и охарактеризовать фациальные типы природных резервуаров;
3. выполнить анализ петрофизической, литологической и фильтрационной неоднородности резервуаров каждого выделенного фациального типа, обосновать взаимосвязи гидравлических единиц потока (HFU) и индикаторов гидравлического типа коллектора (FZI) с фациальной неоднородностью осадочных тел;
4. разработать литолого-петрофизическую классификацию основных типов терригенных природных резервуаров Западной Сибири.

В основе работы лежит обширный массив данных, полученных в результате детального комплексного изучения литолого-фациальных и петрофизических особенностей разрезов юры и мела Западной Сибири.

Результаты выполненного исследования изложены в рукописи объемом 522 страницы машинописного текста, включающей 168 рисунков, 28 таблиц. Этот фундаментальный труд состоит из введения, девяти глав, заключения и списка литературы из 567 наименований.

О. С. Черновой сформулированы и вынесены на защиту четыре положения, касающиеся систематики терригенных природных резервуаров; иерархии фаций и их диагностических признаков; выделения классов-коллекторов на базе гидравлических единиц потока, что позволяет учесть фильтрационно-емкостную неоднородность природных резервуаров и увязать количественные (петрофизические) и качественные (седиментологические) характеристики резервуаров; обоснования универсальной генетической литолого-петрофизической классификации терригенных коллекторов на основе выделения гидравлических единиц потока (HFU).

Первое защищаемое положение обосновано в 1–3 главах.

В первой главе автор описывает недостатки традиционных подходов к построению 3D цифровых геологических моделей и предлагает свою методику, которая отводит существенно большую роль результатам седиментологических исследований. Последние, по мнению автора, позволяют лучше учитывать нюансы архитектуры терригенных резервуаров, определять петрофизические параметры по методу гидравлических единиц потока и выполнять типизацию пород коллекторов.

С приведенной критикой современных подходов геологического моделирования трудно не согласиться, а выдвинутые автором идеи можно только приветствовать. При этом новизна предлагаемой методики сводится к расширению веса блока, включающего традиционные литолого-фациальные методики, что отчетливо видно в таблице 1.3. Кстати, из текста главы и упомянутой выше таблицы совершенно непонятно, какие критерии автор предполагает использовать при корреляции объектов, особенно мелких, менее 0,4 м.

Вторая глава является обзором методик литолого-фациальных исследований. Одновременно в ней дана характеристика объектов и объемов исследований автора. Эта часть работы написана очень подробно, хорошо иллюстрирована и замечаний не вызывает.

В третьей главе изложена методика выполненного исследования и описана иерархия элементов, образующих юрско-меловые резервуары углеводородов Западной Сибири. Ключевой здесь является сводная иерархическая схема обстановок осадконакопления литологических типов пород, образующих природные резервуары Западной Сибири (рис. 3.2). С принципами ее составления можно спорить, критиковать ее отдельные элементы, соглашаться с автором в том, что выделенные в ней седиментологические объекты имеют близкие диагностические признаки, показывать, что возможны и другие обстановки, отмечать, что англоязычные аналоги, дополняющие русские термины, не могут ликвидировать сложности в ее понимании и целого ряда противоречий. Так, они не помогают ответить на следующие вопросы: каким образом во внутреннем мезозойском море существовали приливно-отливные обстановки; чем баровая обстановка отличается от барьерной; чем приморские болота дельтовой равнины отличаются от самостоятельной болотной обстановки, а устьевые бары фронта дельты от баровых обстановок и т. д. При этом нельзя не признать право автора использовать такую основу для выполненных исследований.

После прочтения этого раздела (главы 1–3), объемом 166 страниц, возникает странное ощущение. С одной стороны появляется уверенность в знакомстве автора с современным состоянием теоретической и методической базы комплексных литологических исследований, добротности фактического материала и внутренней целостности принятой методики. С другой – возникает досада на слишком затянутое изложение, многочисленные повторения, а главное, остается непонятным, какие новые идеи лежат в основе предпринятого исследования.

Теперь вернемся к формулировке первого защищаемого положения. Что в нем защищается? Утверждение, что основу разработанной методологии палеоседиментологического моделирования образует предложенная автором систематика

терригенных природных резервуаров? Что тут защищать? Так может быть. Что эта систематика основана на исследованиях разномасштабных уровней организации осадочного вещества? Замечательно, кто с этим будет спорить? А дальше для усиления веса сформулированных тезисов в двух предложениях три раза употребляется слово «иерархия», которое усиливает использованное только два раза слово «уровни».

Второе защищаемое положение обосновывают 5–8 главы.

В 5 главе дана краткая геологическая характеристика объекта исследований, которая не вызывает замечаний и вполне достаточна для понимания дальнейшего изложения. Приятно отметить многочисленные списки специалистов, занимавшихся изучением Западной Сибири, которые образуют не менее четверти объема текста. Так только перечень исследователей меловых отложений, без ссылок на публикации, занимает целую страницу (стр. 233).

В главах 6, 7 и 8 последовательно рассмотрены характеристики природных резервуаров континентального, приберегового, переходного и морского генезиса. Эти главы, на взгляд рецензента, являются украшением работы. Они прекрасно иллюстрированы, содержат исчерпывающую характеристику установленных автором литотипов и образуемых ими макрофаций, содержат добротное обоснование генетических интерпретаций, увязанных с историей геологического развития региона.

Вместе с тем после знакомства с этим разделом возникает ощущение, что от читателя утаили существенную часть информации. Ведь ранее было так много рассуждений о системном подходе, иерархии и эмерджентности. Куда все это делось? Как сочетаются литотипы в макрофациях (в разрезе и на площади), какие новые свойства имеют последние? По каким законам группируются макрофации, образуя следующий уровень организации? Какие латеральные ряды образуют литотипы и макрофации? Как все это сочетается в природных резервуарах? На эти вопросы конкретных ответов в тексте нет. Отсутствуют фотографии или литологические колонки, которые бы показали особенности строения парагенезов описанных литотипов. Из этого можно сделать вывод, что при выполнении генетических интерпретаций и разработке своей иерархической схемы автор совсем не использовал основной фациальный закон Головкинского-Вальтера, который гласит, что обстановки накопления согласно залегающих отложений граничат на площади. Этот мощный инструмент верификации генетических реконструкций по установленным слоевым последовательностям автор не использует совсем.

Итак, подчеркнем, что в этом разделе полностью отсутствует информация о структуре (закономерностях сочетания элементов) геологических тел каждого иерархического уровня, которая является ключевой для построения адекватных моделей природных резервуаров и описания их неоднородности.

Теперь отметим, что защита количества групп макрофаций (13) и фациальных комплексов (47) кажется бессодержательной (а вдруг найдется 48, или, не дай бог, 14?); идея о том, что каждый член иерархической системы является парагенезом элементов предыдущего уровня не нова (хорошо бы защищать особенности состава и строения каждого принятого в иерархии уровня), а утверждение, что описанные в диссертации диагностические признаки литотипов позволяют реконструировать обстановки осадконакопления – тривиально и само собой разумеется, поскольку автор избрал для своей работы генетический принцип построения систематики.

Третье защищаемое положение обосновано в 4 и 9 главах.

В главе 4 подробно и профессионально изложены существующие методологические подходы к моделированию пористости и проницаемости продуктивных пластов, методика определения гидравлических единиц потока (HFU). Обосновано мнение автора о наиболее рациональной методике прогноза фильтрационно-емкостных свойств природных резервуаров.

Глава 9, объемом в 71 страницу, представляет очень конкретное и качественно выполненное комплексное исследование юрско-меловых терригенных резервуаров, направленное на выявление литолого-петрофизической зональности разнофациальных толщ и определение степени влияния условий седиментации на разработку месторождений углеводородов. В ней показаны результаты реализации методики гидродинамических единиц потока. При этом по комплексу седиментологических и петрофизических параметров для каждой рассмотренной макрофации установлено оптимальное количество гидравлических единиц потока (HFU) и рассчитаны пороговые значения их индикаторов (FZI), построены модели распределения пористости и проницаемости с позиций HFU, определена последовательность моделирования, выявлены неопределенности и возможные ошибки, рассмотрены пути решения этих проблем.

Эта часть работы является замечательным примером комплексного анализа седиментологических и петрофизических материалов, убеждает читателя в высокой квалификации автора работы, рациональности использованной методики моделирования и ценности полученных результатов.

Четвертое защищаемое положение утверждает, что в процессе исследования разработана универсальная генетическая литолого-петрофизическая классификация терригенных коллекторов. Здесь снова присутствует неудачная и двусмысленная формулировка: классификация «универсальна», но только для «условий Западной Сибири».

Впрочем, содержание 9 главы в целом и таблица 9.6 «Генетическая литолого-петрофизическая типизация юрско-меловых природных резервуаров Западной Сибири (на основе гидравлических единиц потока)» позволяет согласиться с выдвинутым тезисом.

Подводя итог сказанному, следует отметить следующие недостатки диссертации:

1. Слишком объемный текст, изобилующий абстрактными рассуждениями и многократными повторениями, который без ущерба для содержания мог бы быть сокращен в 1,5 – 2 раза.

2. Неудачно составленные защищаемые положения, которые, в основном, представляют собой декларации, а не содержательные утверждения.

3. Использование рафинированной генетической систематики в ущерб структурно-вещественным критериям (особенно удручает отсутствие описания и анализа структуры геологических тел каждого из установленных уровней организации). По убеждению оппонента, такая систематика умозрительна и не проверяема. Впрочем, дискуссия на эту тему продолжается уже многие десятилетия и ей не видно конца.

4. Поверхностная характеристика объектов, расположенных на иерархической лестнице выше литотипов.

Вместе с тем, эти, во многом дискуссионные и субъективные претензии, которые в первую очередь являются пожеланиями для дальнейшего развития очень перспективных идей соискателя, совсем не умоляют существенного значения выполненной работы. Ее основным достижением является разработанный метод интеграции результатов седиментологических и петрофизических исследований керна скважин и геофизических материалов (ГИС, сейсмика), для построения адекватной модели природных резервуаров, обеспечивающей предсказания поведения резервуара в процессе разработки и прогноза распространения в нем зон с улучшенными коллекторскими свойствами. Этот подход блестяще реализован автором при прогнозе фильтрационно-емкостных свойств природных резервуаров Западной Сибири, что свидетельствует об успешном достижении цели исследования.

Все изложенное выше позволяет констатировать высокую квалификацию автора, актуальность разработанной научной основы построения геостатических моделей и геометризации юрско-меловых природных резервуаров Западной Сибири на базе петрофизических и седиментологических исследований керна.

Работа Оксаны Сергеевны Черновой представляет существенный вклад в развитие подходов к моделированию природных резервуаров углеводородов, поскольку позволяет интегрировать результаты седиментологических, петрофизических и геофизических исследований. Важно отметить, что результаты научных исследований автора диссертации используются при выполнении региональных и локальных прогнозов перспектив нефтегазоносности, а также в учебном процессе.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы.

Диссертация О. С. Черновой соответствует требованиям, установленным ВАК РФ, а её автор заслуживает присуждения учёной степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.16 – Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр.

Официальный оппонент Шишлов Сергей Борисович,
доктор геолого-минералогических наук,
профессор, с возложенными обязанностями
заведующего кафедрой осадочной геологии
Института наук о Земле
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»
199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная,7-9
https://spbu.ru/
s.shishlov@spbu.ru
тел. 8 (812) 328-94-80

Я, Шишлов Сергей Борисович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«26» ноября 2018 г. Подпись С.Б. Шишлов

Подпись заверяю:

о кадрам
№ 17

Печать