

**ОТЗЫВ официального оппонента**  
на диссертацию на соискание ученой степени  
кандидата технических наук **Алексеевой Полины Артемовны**  
на тему: «Выделение и прогноз свойств палеорусел по сейсмическим данным  
с использованием нейронной сети и методов спектрального анализа» по  
специальности 1.6.9. «Геофизика»

Диссертационная работа **Алексеевой Полины Артемовны** посвящена совершенствованию методов качественной и количественной интерпретации палеорусел (палеоканалов). Актуальность темы исследований не вызывает сомнений, так как в нефтяных компаниях сейчас уделяется большое внимание изучению отложений тюменской свиты, в которых коллектора, как правило, приурочены к русловым отложениям. С одной стороны, данные сейсморазведки МОГТ 3D, благодаря их плотности, позволяют эффективно выделять объекты, интерпретируемые по своей форме как палеоканалы. С другой стороны, разрешающая способность метода и сейсмогеологические условия не всегда позволяют проявляться в волновом поле маломощным русловым отложениям.

Внедрение в активное пользование таких современных методов интерпретации как спектральная декомпозиция и фазовое разложение позволило выявлять в целевых интервалах исследований намного больше объектов типа «палеоканал», чем ранее. Однако по-прежнему нет технологий, позволяющих автоматически выделять эти объекты, что приводит к увеличению времени выполнения интерпретации, так как картирование объектов осуществляется вручную. Еще одной актуальной задачей интерпретации по-прежнему является количественный прогноз ФЭС в пределах выявленных потенциальных объектов.

*Научная новизна* обозначенная автором во введении не вызывает вопросов. В первую очередь она связана с обучением на современных спутниковых снимках сверточной нейронной сети под задачи выделения

множества русловых объектов. Геометрический фактор в данном случае является определяющим. В последних научно-практических исследованиях просматривается тенденция привлечения современных седиментационных объектов не только в качестве аналогов для обоснования концептуальных моделей, но и в качестве эталонов для параметризации отдельных свойств и установления зависимостей между свойствами. Использование современных объектов для обучения нейронной сети представляется крайне интересным подходом. Дополнительные атрибуты волнового поля для анализа свойств маломощного пласта также содержат элементы новизны и заслуживают внимания.

*Глава первая* посвящена обоснованию первого защищаемого положения. В главе проанализированы алгоритмы, позволяющие выполнять сегментацию изображения, такие как сегментация на основе порогового значения; сегментация отдельных областей; метод выделения границ; метод кластеризации; сегментация по «водоразделам»; сегментация, построенная на основе обучения нейронной сети. Раздел можно было бы дополнить общей таблицей для обозначенных методов, сопоставив их сильные и слабые стороны для решения поставленной задачи и, таким образом, подвести основу под использование нейронных сетей.

В подразделах 1.1, 1.2, 1.3 описываются основные моменты, связанные с применением нейронной сети. В первом абзаце пункта 1.1 обозначены базовые положения, необходимые для осмысления: что такое нейронная сеть, какой тип сетей использовать, какой объем данных для обучения позволит достичь наилучшего результата и где найти данные для обучения. Однако далее по тексту и в выводах эта логика, к сожалению, не соблюдается. Текст носит описательный характер предлагаемой методики без строгого обоснования использования конкретной сети, обоснования конкретного объема данных для обучения и типа данных. Использование Google-снимков с современными руслами для обучения системы должно иметь геологическое обоснование того, что масштаб процессов в юрское время был сопоставим с

современными процессами. В крайнем случае, как минимум, ссылка с оговорками на метод «актуализма». Интересным представляется технический ход в адаптации Google-снимка под сейсмическое изображение для обучения нейронной сети. Из выводов не совсем понятно в чем заключается автоматическое выделение палеоканалов, то есть что интерпретатор получил на выходе: очередную картинку или оцифрованную? Как в дальнейшем использовать результат в устоявшейся технологической интерпретационной цепочке? К положительным моментам можно отнести тот факт, что предложенная методика позволяет существенно снизить субъективный фактор в выделении палеоканалов.

*В главе 2* уделено внимание алгоритмам, которые, по мнению автора работы, могут быть эффективными для изучения маломощных русловых объектов с точки зрения количественного прогноза отдельных свойств. Автором выполнено сравнение двух классических подходов, таких как оконное Фурье-преобразование и вейвлет-преобразование, с методом согласованного преследования и сделан вывод, что последний обеспечивает наилучшее разрешение в частотной и временной области. Наряду со спектральной декомпозицией уделено внимание и фазовой декомпозиции. Анализ подходов иллюстрируется моделями сред. На рисунках 33, 34 подписи к рисункам не соответствуют подписям на изображении, то ли 15 и 25 м, то ли 10 и 35 м.

Наибольший интерес представляют случаи конструктивной интерференции, когда изучаемые мощности меньше длины волны, но есть возможность извлечь полезную геологическую информацию. В зоне интерференции трасса чувствительна как к изменению мощности, так и к изменению свойств. Автор подводит к выводу, что спектральная декомпозиция способствует пониманию в изменении свойств, мощности и геометрии пласта, при фазовой декомпозиции изменение амплитуды трасс отдельных фазовых составляющих характеризует преимущественно изменение свойств пласта, но для количественной оценки необходимы

дополнительные атрибуты. Как и для первой главы есть вопросы к подаче информации в тексте, по мнению оппонента материал можно было бы представить более структурировано.

Второе защищаемое положение связано с обоснованием дополнительных атрибутов для перехода к количественному анализу свойств маломощных палеоканалов. Заявленный подход органично вытекает из первой главы. Так как выделение палеоканалов по геометрическому принципу не равносильно картированию распространения коллектора в целевом интервале. Большинство мелких палеоканалов, которые контрастно проявлены в волновом поле, являются заглинизированными и не представляют поискового интереса (только в качестве элемента более масштабного резервуара, в котором они могут играть роль барьеров). Предложенные автором атрибуты ( $K$ ,  $G$ ,  $L$ ) характеризуют коэффициенты при аппроксимации максимальной амплитуды коэффициента отражения от кровли маломощного пласта в зависимости от частоты с учетом влияния сейсмического импульса. Аппроксимация выполнена на основе упрощенной формулы для коэффициента отражения от маломощного пласта. Автор акцентирует внимание, что коэффициент  $K$  зависит только от свойств среды и не зависит от временной мощности в отличие от коэффициентов  $G$  и  $L$ ; коэффициенты  $G$  и  $L$  зависят от акустических жесткостей между границами сред и временной мощности. Атрибуты протестированы на модельных данных. Опробование заявленных методов на реальных данных описано в *главе 3*.

По первому примеру. На рисунке 70 продемонстрирован прогноз расположения русел нейронными сетями по набору атрибутов. Из 11 скважин, вскрывших палеоканалы, только 2 скважины расположены вне отсутствия таковых на прогнозной схеме. Больше вопросов вызывают скважины не вскрывшие русла, большинство из которых на схеме попадают в шнурковые объекты. Следует отметить, что для схемы вероятности наличия русел не приводится шкалы измерений. Прогноз эффективных

толщин осуществлялся через разные зависимости в соответствии с фациальными особенностями. Предложенный автором работы атрибут (К) вносит существенный вклад в прогноз свойств.

Во втором примере для прогноза свойств были проанализированы авторские атрибуты К, G, L; выполнено их сопоставление с другими атрибутами волнового поля; установлено, что независимым является атрибут К, следовательно, он содержит в себе дополнительную уникальную информацию о свойствах разреза. Таким образом, параметр К, был использован для прогноза свойств и для выделения дополнительных фациальных областей, которые не проявлялись по другим атрибутам. Результативная фациальная модель смотрится органичной. Однако есть вопрос к терминологии. Разветвленные русла вряд ли могли на данной территории сформироваться после меандрирующих. Возможно, автор просто вольно использует термин «разветвленные», не учитывая устойчивую классификацию, опирающуюся на типизацию палеоканалов.

Вместе с тем, высказанные по тексту отзыва замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертационная работа Алексеевой Полины Артемовны на соискание ученой степени кандидата технических наук является завершенным научным трудом, обладающим новизной и внутренней целостностью. Результаты, представленные в работе получены автором лично или при его непосредственном участии, в достаточном объеме отражены в публикациях рецензируемых научных изданий.

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.9 – «Геофизика» (по техническим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о

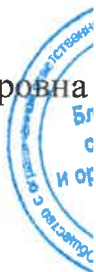
диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель **Алексеева Полина Артемовна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 – «Геофизика».

Официальный оппонент:

доктор геолого-минералогических наук, ведущий эксперт по сейсмогеологической интерпретации центра регионального и сейсмического моделирования ООО "Газпромнефть НТЦ"

ОЛЬНЕВА Татьяна Владимировна



02.11. 2022 г.

Контактные данные:

тел.: \_\_\_\_\_, e-mail: \_\_\_\_\_

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Адрес места работы: 190000, г. Санкт-Петербург, набережная реки Мойки, д.75 – 79

Тел.: \_\_\_\_\_; e-mail: \_\_\_\_\_

Подпись Т.В.Ольневой удостоверяю  
Ведущий специалист  
отдела кадрового администрирования  
ООО «Газпромнефть НТЦ»

Е.А.Антипина