

## ОТЗЫВ

### официального оппонента

на диссертационную работу Швецова Михаила Витальевича на тему:  
«Структурно-тектонические и литологические критерии формирования зоны газонакопления в низкопроницаемых терригенных коллекторах раннепермского возраста южной части Верхнепечорской впадины»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Диссертационная работа Швецова М.В. посвящена изучению неоднородностей коллекторских свойств терригенных нижнепермских отложений Верхнепечорской впадины и разработке критериев их газоносности.

#### **Актуальность темы диссертации**

Положительный опыт изучения и освоения скоплений УВ в США, приуроченных к нетрадиционным низкопроницаемым коллекторам, подталкивает исследователей во всем мире возвращаться к изучению сложных объектов, к числу которых относятся и толщи с низкими коллекторскими свойствами, обусловленные разнообразными геологическими причинами, ранее не вызывавшие интереса как с точки зрения возможностей освоения, так и объективной оценки нефтегазового потенциала. Технологическим достижениям, обеспечившим освоение “сланцевых” низкопроницаемых толщ нефтегазоматеринских формаций, предшествовал 30-летний опыт их детального геологического и геохимического изучения, позволивший понять условия формирования скоплений, механизмы, отвечающие за подвижность УВ и ее диагностику, последовательность мероприятий, дающих возможность принять эффективное управленческое решение.

При этом кажущиеся не менее очевидными с точки зрения углеводородного потенциала газо- и нефтенасыщенные низкопроницаемые толщи терригенных моласс пока так и не стали объектами пристального изучения и тем более промышленного освоения. Наиболее проблемным вопросом для таких толщ является геологическая неоднородность и невозможность прогнозирования коллекторских свойств, невыдержанность их по разрезу и площади, крайне неравномерная насыщенность и не поддающаяся объективному прогнозу продуктивность.

В этой связи изучение сложнопостроенной газонасыщенной толщи нижнепермской терригенной молассы Верхнепечорской впадины (ВПВ), залегающей на небольшой глубине, является **актуальным исследованием**, направленным на разработку подходов к выявлению коллекторов с улучшенными свойствами, объективной оценке газового потенциала и прогнозированию участков опытного освоения.

**В качестве цели работы** определено обоснование перспектив постановки геологоразведочных работ на основе выявления структурно-тектонических и литологических критериев формирования газовых залежей в низкопроницаемых терригенных коллекторах раннепермского возраста южной части ВПВ.

Для достижения поставленной цели автором решались следующие задачи:

- выявление структурно-тектонических особенностей формирования территории исследования;
- детальная корреляция нижнепермских терригенных отложений южной части ВПВ на основе комплексного использования литолого-фациальных и секвенс-стратиграфических методик;
- выявление особенностей литологического состава коллекторов и покрышек;
- обоснование критериев развития коллекторов по площади и разрезу;
- выбор и обоснование первоочередных объектов нижнепермских терригенных отложений для проведения ГРП в пределах южной части ВПВ.

#### **Фактический материал и методы исследований**

Исследование базируется на результатах 116 скважин, пробуренных на изучаемой территории. Проведено изучение содержания органического вещества ( $C_{орг}$ ) 40 образцов керн из семи скважин.

Основой исследования стали данные результатов обработки и интерпретации сейсморазведочных материалов МОГТ-2D в объеме 1600 пог. км и МОГТ-3D в объеме 479,3 км<sup>2</sup>.

#### **Автором на защиту вынесены следующие положения:**

1. В пределах нижнепермской терригенной молассы южной части ВПВ выделяются два типа коллекторов – традиционные коллекторы в антиклинальных ловушках и нетрадиционные низкопроницаемые породы-коллекторы, не связанные со структурным фактором.

2. Терригенные породы раннепермского возраста в пределах изучаемой территории являются одновременно и газоматеринскими, и газосодержащими толщами.

3. Газовый потенциал молассовых отложений раннепермского возраста южной части ВПВ в большей степени связан с нетрадиционными низкопроницаемыми коллекторами.

4. Состав рационального комплекса ГРП с целью подтверждения промышленной значимости терригенных отложений в южной части ВПВ.

Упреждая анализ диссертационной работы необходимо упомянуть о крайне неудачных формулировках защищаемых некоторых положений.

Так, из первого положения не ясно что все таки доказывает автор – наличие двух типов коллектора (это слишком банально), наличие тенденции улучшения коллекторских свойств в зонах антиклинальных ловушек или возможность

развития низкопроницаемых толщ в зонах отсутствия антиклинальных ловушек? И, соответственно, не понятно как оценивать доказанность этого положения.

Второе положение следовало бы уточнить. Не бывает газоматеринских пород (особенно на небольших глубинах) не содержащих газ! Вероятно, автор подразумевал “защемление газа”, генерированного газоматеринской толщей непосредственно в пограничных слоях низкопроницаемой толщи рассеивания (при отсутствии транзитной проницаемой толщи).

Третье положение требует уточнения, поскольку его новизна не бесспорна. К выводам подобного рода приходили все исследователи, которые занимались изучением коллекторов флишей. Вопрос в том, что понимать под газовым потенциалом?

#### **Обсуждение диссертационной работы;**

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и заключения общим объемом в 161 страниц. Содержит 38 рисунков и 23 таблицы, библиографический список из 96 наименований.

**Первая глава** посвящена истории изучения и геолого-геофизической изученности нижнепермского терригенного комплекса района исследований.

Глава позволяет получить представление об открытых еще в 60-80-х годах прошлого века месторождениях с залежами газа в нижнепермских отложениях Курьинском, Рассохинском, Анельском, Пачгинском и Патраковском ГКМ, не введенных в освоение. Автор отмечает, что комплекс исследований, несмотря на большое количество пробуренных скважин и отбираемого керна, и открытия ряда мелких газовых месторождений не обеспечил понимание развития коллекторов и газового потенциала региона.

**Вторая глава**, написанная в обзорном виде, посвящена особенностям геологического строения южной части Верхнепечорской впадины и характеристике газоносности нижнепермского терригенного комплекса.

Важной особенностью геологического строения, отмеченной автором, являются представления о формировании верхнеартинских отложений в узком, относительно глубоководном бассейне с морфологически выраженным склоном, заполнявшимся турбидитными образованиями со сменой вверх по разрезу на прибрежные фации. Это нашло отражение в изменении толщины верхнеартинских отложений, где в восточном направлении участка изучения наблюдается их увеличение от 400 до 1400 м.

Автор не оставил без внимания особенности газоносности разреза. Так, в частности, им отмечено, что в большинстве скважин Курьинско-Патраковского НГР отмечались газопроявления различной интенсивности, которые, как правило, начинались сразу после вскрытия скважинами кровли артинских отложений и продолжались при бурении по всему разрезу. Поэтому для предотвращения открытых газовых выбросов бурение производилось на глинистом растворе, утяжеленном баритом до плотности 1,4 – 1,5 г/см<sup>3</sup>, что приводило к кольматации пластов-коллекторов. Вследствие этого при опробовании перспективных интервалов во многих скважинах притоки УВ не были получены.

В качестве небольшого замечания к главе отмечается невыдержанность применяемой терминологии. В одном предложении автор использует одновременно термины и “толщина” и “мощность”, часто употребляет стратиграфический жаргон (верхний апт, пермь, кунгур), под нижнепермским терригенным комплексом подразумевается не весь терригенно-галогенный артинско-кунгурский комплекс, а только артинская часть и пр.

**Третья глава** обсуждает условия формирования и закономерности размещения природных резервуаров в нижнепермском терригенном комплексе южной части Верхнепечорской впадины.

Констатируя, что нижнепермские обломочные отложения впадин Предуральяского краевого прогиба представляют собой классические глубоководные образования, диагностируемые как флишевая формация для определения положения верхнеартинских отложений, автором предпринята попытка диагностики в разрезе основных хроностратиграфических поверхностей – границ секвенций, трансгрессивных поверхностей и поверхностей максимального затопления, фиксирующих смену условий накопления, регулируемых изменениями относительного уровня моря.

На основании сравнения газопроницаемости и открытой пористости выделены две группы коллекторов: традиционные низкопроницаемые (от малопроницаемых до крайне низкопроницаемых) и нетрадиционные (предельно низкопроницаемые), которые преобладают в разрезе.

При расчленении разреза автором был использован секвенс-стратиграфический анализ, что позволило, с определенной долей условности, диагностировать основные хроно-стратиграфические поверхности. По мнению рецензента, представленный вариант является авторской моделью (точкой зрения) расчленения разреза. Применение секвенс-стратиграфического анализа при получении новых материалов бурения скважин позволит в дальнейшем решить эффективно задачу выделения хроно-стратиграфических границ.

**В четвертой главе**, являющейся ключевой по вкладу автора, описаны исследования, позволившие разработать петрофизическую модель терригенных нижнепермских отложений южной части Верхнепечорской впадины.

Несмотря на трудности построения полноценной петрофизической модели в низкопроницаемых породах из-за сложности выделения в них коллекторов с помощью традиционных методов, автором на базе большого объема лабораторных исследований и обобщения проведено расчленение разреза, построены карты эффективных толщин для каждой пачки, охарактеризованы петрофизические свойства, выделены закономерности распределения зон улучшенных коллекторских свойств по отдельным площадям и участкам изученной территории.

**В пятой** завершающей главе рассмотрен газовый потенциал и предложен рациональный комплекс геологоразведочных работ на газ.

Автор внимательно рассматривает точки зрения на возможные источники образования газа в верхнепермских флишеидных отложениях в

пределах Верхнепечорской впадины, которые определяют возможный потенциал. Наряду с двумя весьма экзотическими, но когда-то используемыми для обоснования газоносности точками зрения: о глубинных углеводородах, подток которых контролируется разломами, и о возможности миграции генерированных газов из дофаменской девонской карбонатно-терригенной нефтегазоматеринской толщи; автор в качестве базовой использует точку зрения о собственно газоматеринском потенциале артинских и кунгурских терригенных отложений. Такую точку зрения высказывала в своих ранних работах Т.К. Баженова, когда рассматривала газоматеринский потенциал нижнепермских отложений, базирующийся на определении ОВ гумусового состава и его преобразованности до стадии катагенеза МК<sub>4-5</sub>.

Выполненные палеотектонические реконструкции показали, что очаг газообразования в отложениях нижней перми выделен в области их максимального погружения в районе Мартыуской, Луньвожпальской и Пачгинской структур. Большая часть образцов керна (95 % от общего их числа) оценена как газоматеринские.

Автор делает вывод о затрудненной возможности эмиграции газа из газоматеринской толщи в связи с низкой пористостью и проницаемостью, что, по его мнению, способствует накоплению газа непосредственно в толще генерации.

На стр. 115 диссертации автор, несмотря на многочисленные терминологические ловушки, в которые он угодил до этого предлагая называть газовые скопления в верхнеартинских отложениях “сланцевыми” и используя модели газонасыщения, характерные для не эмигрировавших из толщи генерации газов, приводит четкое разделение понимания tight gas и shale gas, предлагая считать это “единой газоносной системой, ограниченной сверху флюидоупором – ангидритами и солями”. Т.е фактически автор согласился, что генерированные газы, были эмигрированы из толщи (слоя) генерации, т.е фактически являются паравтахтонными, и, соответственно, подвижными. Ну а дальше они попали в толщу рассеивания. Принципиальным отличием которой от низкопроницаемых сланцевых формаций является принципиальная невозможность применения для освоения технологий свойственных сланцевым формациям.

При этом не ясно какие технологии должны заменить их.

В конце главы рассмотрены методология и результаты расчетов с применением двух технологий эволюционно-катагенетического метода (А.И. Дьяконов и др.) и количественного моделирования на базе балансовых уравнений (С.Г. Неручев и др.). Проблемой полученных весьма оптимистичных оценок 154-158 млрд м<sup>3</sup> является не раз поднимаемая самим С.Г. Неручевым проблема достоверности коэффициента аккумуляции. Принимаемый автором 0,08 коэффициент является сверхоптимистичным для неоднородных и тем более вне зон

антиклинальных ловушек площадей. Трудно согласиться не с полученными цифрами, а с тем, где же собственно эти объемы газа искать.

Последний ответ автор исследования предлагает найти в рациональном комплексе изучения: дистанционные (детальная высокоточная гравиразведка и сейсморазведка), поисковое бурение с максимальным комплексом исследований (геолого-технологические исследования (ГТИ), керн, ГИС, гидроразрыв пласта). Такой набор в таком многообразии проблем трудно считать достаточным и удовлетворительным, даже несмотря на подробное описание методов ГИС рекомендуемых автором, но вряд ли он позволит, по мнению рецензента, получить сведения, которые более убедительно смогут ответить на вопрос о подготовке к промышленному освоению.

**Обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертационной работе,** не вызывает сомнений, поскольку сформулирована на основе результатов, полученных на основе комплексирования современных методов исследования. Выполнено трехмерное геологическое моделирование территории, для чего привлечены данные по 116 скважинам, пробуренным на изучаемой территории, результаты обработки и интерпретации сейсморазведочных материалов МОГТ-2D в объеме 1600 пог. км и МОГТ-3D в объеме 479,3 км<sup>2</sup>. Проведен секвенс-стратиграфический анализ нижнепермских молассовых отложений, выполнено петрографическое обоснование модели сложнопостроенных коллекторов терригенной молассы, исследовано содержание органического вещества ( $C_{орг}$ ) 40 образцов керна в семи скважинах, сделан анализ и обобщение фондовых и литературных источников информации.

**Значимость для науки результатов диссертационного исследования,** полученных автором, обоснована системным подходом к изучению, комплексированием современных методов исследования и полученными результатами, достоверность которых подтверждается как уже имеющимися открытиями газовых месторождений, так и непротиворечивым использованием результатов лабораторного изучения петрофизических свойств и геохимии ОВ.

#### **Научная новизна**

Выявлены структурно-тектонические и литологические критерии формирования пород-коллекторов по площади и разрезу молассовых толщ нижней перми южной части ВПВ, построены петрофизическая и геологическая модели, обосновано положение о возможном формировании газовых залежей в газоматеринских низкопроницаемых коллекторах нижнепермской артинской молассы.

### **Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Результаты проведенных исследований существенно дополняют имеющиеся представления о структурно-тектоническом и литологическом строении территории. Доказанная газоносность низкопроницаемых терригенных пород, являющихся при этом и газоматеринскими, и газосодержащими, позволяет провести переоценку ресурсов в традиционных и нетрадиционных коллекторах, выделенных и обоснованных в диссертационной работе, и определить новые современные подходы к их освоению. Выполненная работа обосновывает выбор приоритетного направления поисковых работ, нацеленных в первую очередь на выявление залежей газового состава, что поможет восполнить ресурсную базу Сосногорского ГПЗ, провести газификацию регионов Северного Урала.

### **Апробация результатов**

Результаты исследований, представленные в диссертации, докладывались на международных и российских конференциях, опубликованы в шести научных работах, в том числе три статьи в рецензируемых научных журналах, включенных в Перечень ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

### **Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**

Безусловно, терригенные отложения артинской молассы трудно рассматривать как первоочередной объект изучения и наращивания сырьевой базы газа в регионе. Однако, как свидетельствует опыт системного изучения условий формирования и разработки технологий освоения газовых скоплений сланцевых толщ в США, умножение знаний в части понимания строения, развития коллекторов и потенциала углеводородов низкопроницаемых флишевых толщ предгорных прогибов может обеспечить качественный скачок в наращивании сырьевой базы газа не только в Тимано-Печорской провинции, но еще в целом ряде регионов с развитой газодобывающей инфраструктурой.

### **Наряду с отмеченными вопросами и недостатками имеется несколько замечаний**

1. В заключении упоминаются в качестве полученного результата такой, как: "Впервые построены обобщенные структурные карты по отражающим горизонтам  $I_{ar}$  и  $I_{k_1}$  в пределах региона исследования". Рецензенту не удалось их обнаружить в диссертации и понять в чем их новизна?
2. Рецензенту так и осталось не понятным, что выдвигалось к защите в первом защищаемом положении и где и в каких разделах оно было доказано и обосновано?

3. Трудно согласиться с петрофизической моделью коллекторов нижнепермской терригенной молассы, описывающей закономерности изменения эффективных толщин выделенных пластов-коллекторов в “пределах выявленных палеорусловых образований” По мнению рецензента, автор пытается совместить несовместимое: флишевые образования и зону палеорусел!!! Вероятно, это заблуждение стало возможным из-за желания объяснить природу формирования коллекторов, которые вполне могут формироваться и на склонах и в конусах выноса сбрасываемого материала.
4. Тезис автора о том, что газовые залежи в нижнепермских терригенных отложениях представляют собой “уникальный самогенерирующий, сам внутри себя создающий емкость, самоаккумулирующий и трудно расстающийся с углеводородами резервуар” не относится к объекту изучения. Следовало бы разделять газ “сланцевых” газоматеринских формаций и эмигрировавший за ее пределы в низкопроницаемую часть разреза заземленный газ флишей. Это два разных типа скоплений. И второй сегодня менее понятный с точки зрения технологий освоения.

### **Заключение**

Диссертационная работа Швецова Михаила Витальевича на тему: «Структурно-тектонические и литологические критерии формирования зоны газонакопления в низкопроницаемых терригенных коллекторах раннепермского возраста южной части Верхнепечорской впадины», представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития нефтегазовой отрасли.

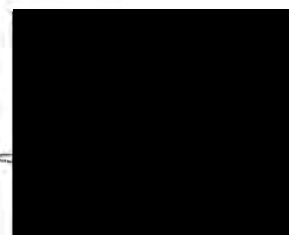
Определены критерии формирования зоны газонакопления в низкопроницаемых терригенных коллекторах раннепермского возраста южной части Верхнепечорской впадины. Проведена оценка ресурсов в традиционных и нетрадиционных коллекторах терригенной молассы, предложен состав ГРП, направленный на доизучение и дальнейшее вовлечение в разработку трудноизвлекаемых ресурсов газа.



Работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842, а ее автор, Швецов Михаил Витальевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

**Официальный оппонент:**

Прищепа Олег Михайлович,  
доктор геолого-минералогических наук, с.н.с.,  
заведующий кафедрой геологии нефти и газа  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Санкт-Петербургский горный  
университет императрицы Екатерины II»



*Подпись, дата*

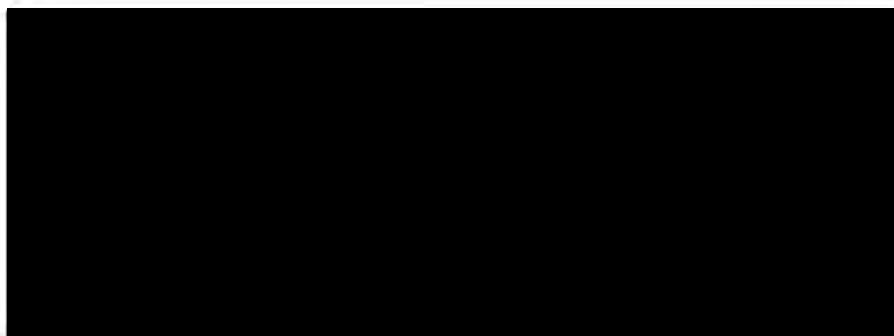
01.03.2024

**Контактная информация:**

Адрес: 199106, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21-я линия, 2, корпус 1.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Тел.: 8(812) 328-81-77, сайт: <https://spmi.ru/> email: prischepa\_om@pers.spmi.ru

Согласен на использование персональных данных в документах, связанных с работой диссовета.



01 MAR 2024