



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Коми научный центр Уральского отделения
Российской академии наук»
(ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

РОССИЙСКАЯ НАУКА ДА ВЫЛЫС ВЕЛӚДЧАН
МИНИСТЕРСТВО

«Российская научная академия наук
Уральского отделения Коми научный центр»
туялан удж нуӧдысь федеральной шӧрин
Федеральной канму
сьӧмкуд наука учреждение
(ТФШ РНА УрЮ Коми НЦ)



УТВЕРЖДАЮ
Коми НЦ УрО РАН,
д.б.н., чл.-корр. РАН
С.В. Дёгтева
2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения
Российской академии наук» (ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)
на диссертацию **Швецова Михаила Витальевича** на тему: «Структурно-тектонические и
литологические критерии формирования зоны газонакопления в низкопроницаемых
терригенных коллекторах раннепермского возраста южной части Верхнепечорской
впадины», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-
минералогических наук по специальности: 1.6.11 – Геология, поиски, разведка и
эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Диссертация М.В. Швецова посвящена изучению особенностей геологического строения южной части Верхнепечорской впадины и закономерностям формирования природных резервуаров, приуроченных к артинским отложениям южной части Верхнепечорской впадины. Промышленная газоносность нижнепермских терригенных отложений исследуемого района доказана открытием Курьинского, Рассохинского, Патраковского, Анельского и Пачгинского месторождений.

Актуальность темы диссертации обусловлена тем, что в Тимано-Печорской провинции в настоящее время большая часть месторождений находится на стадии падающей добычи, кроме того, несмотря на большое количество исследований, касающихся нижнепермских отложений, до настоящего времени не выработано четких представлений об их строении и закономерностях распространения в них природных резервуаров.

Целью работы является выявление структурно-тектонических и литологических критериев формирования газовых залежей в низкопроницаемых терригенных коллекторах раннепермского возраста южной части Верхнепечорской впадины для обоснования перспектив постановки геологоразведочных работ.

Для достижения заявленной цели исследований автором последовательно решались следующие задачи: определение структурно-тектонических особенностей формирования территории; выполнение детальной корреляции нижнепермских терригенных отложений южной части Верхнепечорской впадины на основе комплексного использования литолого-фациальных и секвенс-стратиграфических методик. Кроме того, в работе приведена литологическая характеристика коллекторов и покрышек; дано обоснование критериев, влияющих на формирование и закономерности размещения традиционных и нетрадиционных коллекторов по площади и по разрезу; осуществлен выбор и дано обоснование перспективных объектов, приуроченных к нижнепермским терригенным отложениям в южной части Верхнепечорской впадины.

Научная новизна исследований соискателя определяется тем, что в его работе впервые выявлены структурно-тектонические и литологические критерии формирования нижнепермских пород-коллекторов в южной части Верхнепечорской впадины; построены геологическая и петрофизическая модели; обосновано положение о возможности формирования газовых залежей в низкопроницаемых коллекторах внутри газоматеринской толщи артинской молассы.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Газовая промышленность играет важную роль в экономике Республики Коми. Вместе с этим, сырьевая база газодобывающей отрасли в последние годы практически не восполняется новыми запасами. Это связано как со значительной степенью выработки запасов (до 80 %) на эксплуатируемых месторождениях, так и с отсутствием фонда новых месторождений газа, подготовленных к разработке. С 1985 года прирост запасов газа не восполняет его добычу. Увеличение добычи газа может быть осуществлено за счет ввода в эксплуатацию новых месторождений и увеличения прироста разведанных запасов. Вместе с тем, объекты, опосредованное которыми может дать соответствующий эффект, в пределах разведанных нефтегазоносных районов отсутствуют.

Полученные выводы значительно дополняют имеющиеся представления о геологическом строении территории, литологических особенностях пород-коллекторов. Автор доказывает газоносность низкопроницаемых терригенных отложений и обращает внимание на их двойственную структуру: они выступают как в качестве газоматеринских, так и в качестве аккумулярующих пород. Это позволяет осуществить переоценку ресурсов и разработать современные подходы к их освоению.

В результате проведенных исследований, автор определил выбор приоритетных направлений поисковых и разведочных работ, которые нацелены на выявление газовых

залежей, итогом которого должно стать восполнение ресурсной базы Сосногорского ГПЗ и газификация республики.

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается достаточным количеством фактического материала, на основе которого сформулированы выводы и защищаемые положения. Анализ и интерпретация полученных результатов выполнены с применением современных методов исследования. Выяснение литологических и структурно-тектонических критериев формирования залежей газа явилось результатом анализа литологических, структурно-тектонических, петрофизических, геолого-геофизических данных (временные разрезы, структурные карты по отражающим горизонтам, диаграммы геофизических исследований скважин, данные опробования и испытания скважин, петрофизические и геохимические анализы керн).

Личный вклад автора. В основе работы лежат исследования соискателя за время работы в филиале ООО «ГазпромВНИИГАЗ» в г. Ухта с 2018 по 2023 гг. Автором проанализированы геологические, геохимические и геофизические материалы по 116 скважинам, исследованы 40 образцов керн из семи скважин на содержание Сорг., изучен большой массив результатов сейсморазведочных работ 2D в объеме 1600 пог. км.

В результате проведенных исследований, соискателем разработаны и сформулированы основные положения научной работы: проведено секвенс-стратиграфическое расчленение разреза, выполнена палеотектоническая реконструкция формирования нижнепермских терригенных образований; построены петрофизическая и геологическая модели территории исследований, карты распределения значений Сорг; проведена оценка газового потенциала нижнепермской молассы; разработаны предложения по программе ГРП с целью подтверждения промышленной значимости терригенных отложений в южной части Верхнепечорской впадины.

Апробация работы. Основные положений диссертации докладывались и обсуждались на международных научно-технических семинарах «Рассохинские чтения» (Ухта, 2020, 2022), научно-технической конференции «Тимано-Печорский и прилегающие нефтегазоносные бассейны: геологическое строение и новые направления геолого-поисковых работ на нефть и газ для наращивания минерально-сырьевой базы (Ухта, 2023), республиканских и производственных совещаниях.

Результаты, представленные в диссертации, нашли отражение в шести публикациях, среди которых три статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Тема и содержание работы соответствуют специальности 1.6.11 – Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Актуальность, постановка проблемы и практическая значимость работы хорошо изложены автором во введении, логически следуют из структуры диссертации и не вызывают сомнений.

Содержание работы.

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения, изложенных на 161 странице, включая 38 рисунков, 23 таблицы, список литературы содержит 96 наименований и ссылки на него в тексте характеризуют современные представления о строении и условиях формирования нижнедевонских отложений Тимано-Печорского седиментационного бассейна.

В первой главе приведены основные сведения об истории изученности объекта, которые дают достаточно полное представление об объемах и результатах геологоразведочных работ, проведенных ранее на данной территории. Несмотря на долгую историю изучения и доказанную газоносность южной части Верхнепечорской впадины, осталось довольно много нерешенных задач, в связи с чем необходимо провести ряд исследований, направленных на выявление структурно-тектонических и литологических критериев формирования газовых залежей в низкопроницаемых терригенных коллекторах раннепермского возраста, оценку условий формирования коллекторов, уточнение критериев, определяющих закономерности размещения коллекторов по площади и по разрезу.

Вторая глава посвящена описанию геологического строения южной части Верхнепечорской впадины, в ней дана исчерпывающая характеристика газоносности нижнепермского терригенного комплекса. Верхнепечорская впадина протягивается от Полюдова поднятия на юге до Среднепечорского поперечного поднятия, она имеет асимметричную форму, осевая зона сдвинута к более крутому восточному борту. В структуре впадины выделяются три резко отличные по строению зоны: западная (внешняя), центральная (приосевая) и восточная (внутренняя). В южной части Верхнепечорской впадины общую структуру внутренней зоны определяют три взбросо-надвига, протягивающиеся от Полюдовского поднятия на протяжении более 150 км. К фронтальным частям этих разломов приурочен ряд крупных антиклиналей с амплитудами до 400 м.

К южной части Верхнепечорской впадины (Курьино-Патраковский район) приурочена зона распространения газа, приуроченная к плотным низкопроницаемым породам. Породы представлены переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов с преобладанием в верхах разреза алевроито-песчаных пород, залегающих под сульфатно-галогенной крышкой кунгурского возраста. Сложный литолого-петрографический и

гранулометрический состав артинских отложений, и высокая степень катагенетической преобразованности обусловили их низкую пористость и проницаемость. Притоки газа различной интенсивности получены в большинстве пробуренных в данном районе поисковых скважин, причем, наибольшие дебиты свойственны скважинам, расположенным вблизи тектонических нарушений, где проницаемость пород значительно возрастает.

В третьей главе приводятся сведения об условиях формирования и закономерностях размещения природных резервуаров в нижнепермском терригенном комплексе южной части Верхнепечорской впадины. Верхнеартинские отложения представляют собой мощную толщу переслаивания аргиллитов, алевролитов и песчаников с подчиненными прослоями карбонатных пород, что и определяет специфические особенности строения природных резервуаров, приуроченным к этой части разреза.

Соискателем предложена модель порового пространства и выделены типы коллекторов. По результатам комплексного анализа имеющихся данных, в верхнеартинских отложениях были выделены четыре типа коллекторов.

1. Преимущественно поровые ($K_{пр} > K_{пр}^{гран}$ и $K_{п} > K_{п}^{гран}$), фильтрация осуществляется посредством пор, в соответствии с классификацией А.А. Ханина, эти коллекторы относятся к слабопроницаемым – V и VI классов.
2. Трещинные (кавернозно-трещинные) низкоемкие ($K_{пр} < K_{пр}^{гран}$ и $K_{п} < K_{п}^{гран}$), в которых пустотное пространство представлено трещинами и кавернами А фильтрация осуществляется по трещинам.
3. Нетрадиционные, предельно низкопроницаемые ($K_{пр} < K_{пр}^{гран}$) с закрытыми порами, фильтрация газа в которых может осуществляться по искусственно созданным трещинам.
4. Весьма низкопроницаемые ($K_{пр} < K_{пр}^{гран}$) с закрытыми порами ($K_{п} > K_{п}^{гран}$), фильтрация газа в которых осуществляется по искусственно созданным трещинам (в результате ГРП). Вовлечение в разработку низкопроницаемых коллекторов требует особого подхода к первичному и вторичному вскрытию пласта, его опробованию и разработке технологии по интенсификации притока, в том числе, применение многостадийного ГРП.

Четвертая глава посвящена построению петрофизической модели верхнеартинских отложений. Соискателем впервые создана петрофизическая модель коллекторов нижнепермской терригенной молассы, описывающая закономерности изменения эффективных толщин выделенных пластов-коллекторов в пределах палеорусловых

отложений и зоны распространения коллекторов с максимальными толщинами, построены карты эффективных толщин для отдельных пачек.

Автором разработана литолого-фациальная модель развития бассейна седиментации в позднеартинское время в пределах Курьино-Патраковской зоны Верхнепечорской впадины и дан прогноз распространения песчаных тел-коллекторов. В результате проведенных исследований, соискателем установлено значительное увеличение мощности верхнеартинских отложений в восточном направлении.

В пятой главе рассмотрен газовый потенциал нижнепермской молассы и предложен состав рационального комплекса ГРП. Автор обращает внимание на то, что при подсчете запасов залежей УВ на Курьинском, Рассохинском и Пачгинском месторождениях учитывались только традиционные преимущественно поровые коллекторы. При этом основными факторами, влияющими на корректность подсчета запасов, являются геометрия залежи и эффективная пористость. При подсчете запасов месторождений геометрия залежи ограничивалась довольно условной последней замкнутой изогипсой и условным уровнем ГВК, принятым по нижней границе последнего традиционного коллектора, выделенного по ГИС. Эти факторы не имеют решающего значения в случае с нетрадиционными коллекторами.

Вопрос об источнике газа в верхнепермских молассовых отложениях в пределах Верхнепечорской впадины до настоящего времени является спорным.

На основании анализа результатов геохимических исследований, автор убедительно доказывает, что отложения молассы являются газоматеринскими и характеризуются высокой продуктивностью за счет высоких концентраций рассеянного ОВ ($C_{орг} = 0,7 - 3,6 \%$) с преимущественно гумусовой составляющей, высоких стадий катагенеза (до МК4-5), значительной толщины накопления (до 1 км и более).

В зависимости от проницаемости, автор выделяет две группы отложений: традиционные (содержащие подвижный в пластовых условиях газ), так и нетрадиционные (предельно низкопроницаемые $K_{пр} < 0,1 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$) резервуары. По мнению соискателя, нетрадиционными коллекторами в молассовой формации Верхнепечорской впадины могут выступать нижние сланцевые толщи (IV – I пачки), а комбинированными (традиционный – нетрадиционный) – коллекторы верхних песчано-алевролитовых пачек (VII – V).

На основании комплексного изучения имеющихся геолого-геофизических материалов, автором приведены расчеты начальных потенциальных ресурсов верхнеартинской молассы двумя методами, в результате получены близкие значения в 154 и 158 млрд. м^3 . Эти объемы существенно превышают величину ресурсов газа Курьино-

Патраковского НГР, рассчитанную методом сравнительных геологических аналогий во ВНИГНИ и ИП НИЦ. Следовательно, результаты соискателя значительно увеличивают инвестиционную привлекательность юга Верхнепечорской впадины.

Для уточнения объемов промышленной газоносности артинских отложений автором предложен комплекс геологоразведочных работ.

В Заключении соискателем сформулированы основные аспекты новизны работы, доказанные защищаемые положения и приведены другие важные выводы по результатам исследования.

В качестве замечаний и предложений следовало бы высказать следующее.

- Четвертое защищаемое положение в редакции автора требует разъяснения, его следовало бы раскрыть и пояснить, в чем конкретно состоит специфика геологоразведочных работ для терригенных артинских отложений.

- С учетом того, что рассчитанные автором начальные потенциальные ресурсы газа, значительно превышают величину ресурсов газа Курьино-Патраковского нефтегазоносного района, приведенную в ходе последней переоценки, хотелось бы увидеть в работе оценку неопределенностей и рисков для предлагаемой автором модели.

Высказанные замечания и пожелания не умаляют достоинств диссертационной работы. В целом, работа производит очень благоприятное впечатление, все положения и выводы снабжены большим количеством иллюстраций, выполненных на высоком уровне.

Автореферат отражает содержание диссертации. Защищаемые положения, **научная и практическая ценность** отражают суть диссертационной работы М.В. Швецова. Они достаточно обоснованы и аргументированы. Основные положения диссертации апробированы на научных конференциях и совещаниях всероссийского и международного уровня.

Использование результатов исследований автора позволит существенно повысить эффективность геологоразведочных работ в регионе и обоснованно подойти к выбору их стратегии. Содержащиеся в диссертации сведения могут послужить основой для постановки геологоразведочных работ.

Представленная диссертация соответствует критериям, установленным в п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а ее автор Михаил Витальевич Швецов заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.11 – Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Диссертация обсуждена на расширенном заседании лаборатории геологии нефтегазоносных бассейнов Института геологии имени академика Н.П. Юшкина ФИЦ Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук 20 февраля 2024 г, протокол № 1. Результаты голосования: За - 20; против - нет; воздержавшихся - нет.

Тимонина Наталья Николаевна
кандидат геолого-минералогических наук
заведующий лабораторией геологии нефтегазоносных бассейнов, ведущий научный сотрудник Института геологии имени академика Н.П. Юшкина ФИЦ Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук

Я, Тимонина Наталья Николаевна, даю согласие на включение моих персональных данных в документах, связанных с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

20 февраля 2024 г.

 Н.Н. Тимонина

Майдль Татьяна Викторовна
Кандидат геолого-минералогических наук
Старший научный сотрудник лаборатории геологии нефтегазоносных бассейнов
Института геологии Федерального исследовательского центра Коми научного центра
Уральского Отделения Российской академии наук

Я, Майдль Татьяна Викторовна, даю согласие на включение моих персональных данных в документах, связанных с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

20 февраля 2024 г.

 Т.В. Майдль

Адрес: 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Коммунистическая, 24

Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение Науки
Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения
Российской академии наук», (ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)
Телефон приемной: 8 (8212) 24-53-78

Факс: 8 (8212) 24-22-64

E-mail: info@frc.komisc.ru

Web-сайт: komisc.ru

Пресс-служба: <https://komisc.ru/press-se>

