

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата геолого-минералогических наук,
доцента, ведущего научного сотрудника лаборатории геотектоники и
геофизики Института природопользования НАН Беларуси

Гирина Роберта Эдмундовича

на диссертационную работу **Шпака Сергея Евгеньевича**

**«Геология локальных структур Брестской впадины в связи с созданием
и эксплуатацией подземных хранилищ газа»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата

геолого-минералогических наук по специальности

25.01.01 – общая и региональная геология

Структура диссертации. Данная рецензируемая работа состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав основной части, заключения, списка использованных источников и трех приложений. Объем рукописи диссертации составляет 161 страницу, в том числе 38 рисунков, 31 таблицу и 3 приложения. Список использованных источников состоит из 61 наименования, в том числе 12 публикаций соискателя. Автореферат изложен на 28 страницах.

Соответствие диссертации специальностям и отрасли науки, по которым она представлена к защите, со ссылкой на область исследования паспорта соответствующей специальности, утвержденного ВАК. Паспорт специальности «25.01.01 – общая и региональная геология» включает отрасль науки, по которой присуждаются ученые степени кандидата или доктора геолого-минералогических наук. В формуле специальности констатируется: «Общая и региональная геология – область науки, занимающаяся изучением закономерностей строения, состава и развития Земли в целом и отдельных регионов, геологических процессах в недрах и на поверхности, совершенствованием стратиграфической и геохронологической шкал, исследование эволюции органического мира и вещества Земли». В рецензируемой диссертации исследуются закономерности геологического строения и петрофизических свойств горных пород локальных положительных структур (брахиантиклиналей) Брестской впадины: Прибугской, Кустинской, Высоковской и Антопольской. Цель работы состоит в детализационном изучении геологического строения, стратиграфии, литологии и фильтрационно-емкостных свойств вендских, кембрийских и ордовикских отложений действующего Прибугского подземного хранилища газа (ПХГ) для более эффективной его эксплуатации. На основе результатов, полученных по Прибугской брахиантиклинали, в диссертации исследуются геологические характеристики и технологическая пригодность других подобных локальных структур Брестской впадины для создания новых ПХГ.

Учитывая изложенное выше, изучив содержание диссертационной работы, следует отметить, что тема диссертации С.Е. Шпака «Геология локальных структур Брестской впадины в связи с созданием и эксплуатацией подземных хранилищ газа» соответствует заявленной специальности «25.01.01 – общая и региональная геология».

Актуальность темы диссертации. В настоящее время в действующих ПХГ Беларуси может быть размещен максимальный объем активного газа в количестве 1,14 млрд м³, что составляет только 6 % от его годового потребления и позволяет покрывать до 50 % сезонной неравномерности газопотребления. Этого объема недостаточно для обеспечения необходимого уровня стабильности и безопасности работы газотранспортной системы республики. Для обеспечения энергетической безопасности Беларуси, исходя из годового потребления природного газа, минимальный объем газовых хранилищ в республике должен быть равен 1,7 млрд м³. В этой связи актуальной задачей становится оптимизация эксплуатации действующих ПХГ и выявление геологических структур, пригодных для создания новых ПХГ с учетом требований ТКП 036-2006 (02230) «Правила создания и эксплуатации подземных хранилищ газа в пористых пластах». Таким образом, актуальность диссертационной работы соискателя очевидна. Она состоит из двух аспектов. Первый аспект заключается в детализационном исследовании действующего Прибугского ПХГ как эталонной локальной структуры, а также с целью оптимизации и увеличения эффективности его работы. Второй аспект состоит в изучении подобных Прибугской брахиантиклинали: Кустинской, Высоковской и Антопольской локальных структур (брахиантиклиналей), как локальных тектонических структур, которые могут быть пригодны для создания новых ПХГ.

Степень новизны результатов диссертации и научных положений, выносимых на защиту.

Впервые на основе данных бурения, анализа вещественного состава и геофизических материалов были детально определены: стереометрическое положение плоскости, кинематика и амплитуда Прибугского локального разлома, пересекающего одноименную брахиантиклиналь, являющуюся резервуаром подземным хранилищем газа. Это дало возможность сформулировать *первое защищаемое положение*:

1. *Низкая проницаемость песчаников основного пласта коллектора Прибугского ПХГ в зоне тектонического нарушения, контролирующего положение Прибугской локальной структуры, отсутствие контакта газовой залежи с разломом по замкнутой изогипсе –1115 м и практически повсеместное контактирование эксплуатационного пласта $C_{1str2-I}$ по разлому с глинистым пластом $C_{1str3-II}$ опущенного блока структуры обуславливают герметичность газовой залежи по латерали через разлом.*

Впервые обнаружено существенное снижение фильтрационно-емкостных свойств пород в кровле нижнекембрийского пласта-коллектора ($C_{1str2-I}$), выявлено наличие «ленточной» пористости и проницаемости по напластованию пород пласта покрышки ($C_{1str3-II}$) основной газовой залежи и присутствие практически непроницаемых маломощных существенно глинистых пропластков в песчаниках спановской свиты (C_{1sp}). Показана связь коллекторских свойств пород-коллекторов и пород-покрышек с минеральным составом и постседиментационными изменениями. На основе изучения физических свойств горных пород выполнено разделение кембрийских отложений на пласты и тем самым детализировано геологическое строение локальных структур (брахиантиклиналей) Брестской впадины. Это позволило сформулировать **второе защищаемое положение**:

2. К литолого-петрофизическим особенностям кембрийского разреза Прибугской структуры, определяющим эффективность эксплуатации ПХГ в ее пределах и подходы к созданию новых ПХГ на юго-западе Беларуси, относятся: значительное ухудшение фильтрационно-емкостных свойств пород в кровле нижнекембрийского пласта коллектора ($C_{1str2-I}$); наличие «ленточной» пористости и проницаемости по напластованию пород пласта-покрышки ($C_{1str3-II}$) основной газовой залежи; присутствие практически непроницаемых маломощных существенно глинистых пропластков в песчаниках спановской свиты.

Впервые соискателем выявлено сходство геологических и петрофизических характеристик кембрийских отложений Прибугской, Кустинской, Высоковской и Антопольской брахиантиклиналей, уточнены данные о положении стратиграфических границ кембрийских отложений. Предложен дополнительный маркер стратиграфической границы между вендскими и кембрийскими отложениями – наличие фосфатной минерализации (оксидов фосфора) в породах рытской свиты нижнего кембрия. Все это позволило сформулировать **третье защищаемое положение**:

3. Геологическое строение Кустинской структуры и распределение фильтрационно-емкостных свойств пород в ее кембрийском разрезе идентичны таковым для Прибугской структуры, что позволяет определить перспективные объекты в пределах Кустинской структуры для хранения газа в нижнестрадацких, спановских и орлинских отложениях, имеющих достаточно надежные покрышки и горизонты для контроля газовых залежей.

Все положения, вынесенные автором на защиту, характеризуются новизной, актуальностью, обоснованностью и не вызывают возражений.

Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Обоснованность и достоверность

выводов и рекомендаций, сформулированных соискателем в диссертации, основываются в первую очередь на личном вкладе автора. В основу диссертации положены результаты исследований автора в ходе его работы в ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» и РУП «БелНИГРИ». Автор принимал непосредственное участие в полевых и камеральных работах по отбору, описанию и документации кернового материала, обработке результатов лабораторных исследований горных пород, выявлению зон пониженной и повышенной пористости и проницаемости пород кембрийских и ордовикских отложений. Соискатель интерпретировал и переинтерпретировал материалы ГИС разведочных и эксплуатационных скважин ПХГ, создал цифровые модели, провел геолого-статистическую обработку материалов и проанализировал результаты геофизических исследований по 140 скважинам и 7 сейсмогеологическим разрезам по Прибугской, Кустинской, Высоковской и Антопольской брахиантиклиналям Брестской впадины. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций доказываются также их широким обсуждением на научных, в том числе международных конференциях, в которых соискатель принимал участие и делал доклады по теме диссертации. Кроме того, достоверность научных результатов автора подтверждается двумя полноценными актами о внедрении результатов его работ в производственную деятельность ОАО «Газпром трансгаз Беларусь».

Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по ее использованию. Научная значимость результатов диссертации определяется следующими достижениями:

– Установлена сложная, в 3D изображении, стереометрическая поверхность Прибугского локального взброса и средний угол его наклона.

– Выявлено существенное снижение фильтрационно-емкостных свойств пород в кровле нижнекембрийского пласта коллектора ($C_{1str2-1}$).

– Установлена «ленточная» пористость и проницаемость по напластованию нижнекембрийских пород пласта покрышки ($C_{1str3-II}$) основной газовой залежи и присутствие практически непроницаемых глинистых пропластков в песчаниках спановской свиты (C_{1sp}).

– Выполнено разделение кембрийских отложений на пласты на основании изменения физических свойств горных пород и детализировано геологическое строение локальных брахиантиклиналей Брестской впадины.

– Выявлено сходство геологических и петрофизических характеристик кембрийских отложений Прибугской, Кустинской, Высоковской и Антопольской брахиантиклиналей и уточнены стратиграфические границы кембрийских отложений.

– Предложен дополнительный маркер стратиграфической границы между вендскими и кембрийскими отложениями, заключающийся в наличии фосфатной минерализации в подошве рытской свиты нижнего кембрия.

Практическая значимость результатов работы подтверждена двумя важными актами внедрения в производственный процесс ОАО «Газпром трансгаз Беларусь». В этих актах отмечается, что с целью рационального размещения скважин по площади Прибугской структуры и выбора эксплуатационного интервала пласта будет использован комплект цифровых структурных карт основных горизонтов кембрийских отложений. Кроме этого, диссертантом установлена и подтверждена герметичность газовой залежи ПХГ по Прибугскому взбросу, обусловленная контактом эксплуатационного пласта ($\text{Є}_1\text{str}_{2-1}$) взброшенного блока с глинистым пластом ($\text{Є}_1\text{str}_{3-11}$) сброшенного блока. Важным практическим следствием из работы автора является установление повышенной проницаемости по напластованию (вкрест оси керна) пласта коллектора, что требует контроля по латерали за газовой залежью путем создания сети наблюдательных скважин и проведения геоэкологического мониторинга. В целом, результаты диссертации учитываются при разработке режима закачки и отбора газа в/из ПХГ, ремонтных работах, выборе интервалов вскрытия страдечского эксплуатационного пласта и спановского контрольного горизонта.

Экономическая значимость работы заключается в том, что было установлено: кембрийские отложения Кустинской брахиантиклинали наиболее полно удовлетворяют требованиям ТКП 036-2006 (02230) «Правила создания и эксплуатации подземных хранилищ газа в пористых пластах». Таким образом, в ее пределах может быть создано новое ПХГ. При этом практическая идентичность геологического строения и распределения фильтрационно-емкостных свойств пород в кембрийской толще Кустинской брахиантиклинали с таковыми параметрами Прибугской брахиантиклинали, позволят значительно уменьшить объемы буровых работ с извлечением керна при подготовке Кустинской структуры к созданию ПХГ. Это обстоятельство значительно сэкономит финансовые средства. В определенной степени этот экономический эффект будет также реализован и при проведении геологоразведочных работ в пределах Высоковской и Антопольской брахиантиклиналей с целью создания новых ПХГ.

Социальная значимость работы состоит в улучшении обеспечении бесперебойного газоснабжения населения и промышленных предприятий в условиях сезонного перепада газопотребления. Для этих целей результаты диссертации используются и будут использованы в двух аспектах. Первый заключается в увеличении эффективности использования действующего Прибугского ПХГ. Второй аспект связан со строительством и вводом в

эксплуатацию нового Кустинского ПХГ, а в перспективе, возможно, Высоковского и Антопольского ПХГ.

Опубликованность результатов диссертации в научной печати.

Результаты диссертации опубликованы в 12 научных работах, в том числе 4 статьи объемом 3 авторских листа в изданиях, включенных в перечень ВАК Республики Беларусь, 2 из которых написаны без соавторов. В материалах научно-практических конференций опубликовано 6 работ и 2 научные работы представлены в тезисах докладов. В опубликованных работах отражены практически все полученные соискателем С.Е. Шпаком научные и практические результаты.

Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК.

Квалификационная работа Шпака Сергея Евгеньевича *«Геология локальных структур Брестской впадины в связи с созданием и эксплуатацией подземных хранилищ газа»*, представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.01.01 – общая и региональная геология, соответствует требованиям ВАК Республики Беларусь к кандидатским диссертационным работам. Содержание автореферата в должной мере отражает содержание диссертации.

Замечания по диссертации. В процессе рецензирования диссертационной работы были выявлены некоторые недостатки, которые сформулированы в следующих замечаниях:

1. В тексте отсутствует раздел «термины и определения», который был бы весьма полезен, поскольку тема диссертации достаточно узкоспециализированная и сложная, в которой затрагиваются в том числе технические и технологические параметры исследования геологических пластов.

2. Перечень сокращений и обозначений не полон. Так, например, не расшифрованы сокращения КС, СПК.

3. В тексте неоправданно часто используется общий термин «локальная структура», тогда как в содержании диссертации и в предшествующих тектонических работах по Брестской впадине четко определено, что Прибугская, Кустинская и Высоковская структуры являются брахиантиклиналями. Более того, к локальным структурам также относятся: антиклинали, синклинали, брахисинклинали, горсты, грабены, мульды, структурные носы и заливы, соляные купола и другие структуры.

4. В диссертации постоянно используется термин «Луковско-Ратновский выступ», тогда как правильным является название – Луковско-Ратновский горст.

5. Приложение А в диссертации расположено за приложением Б, а следует разместить его впереди этого приложения.

6. В тексте сказано, что Антопольское поднятие по своей длинной оси перпендикулярно одноименному локальному разлому, тогда как из рис. 1.1 на странице 18 видно, что в юго-западной части данного разлома, где и расположено Антопольское поднятие, его длинная ось параллельна линии Антопольского разлома. Подобная картина характерна для Прибугской, Кустинской и Высоковской брахиантиклиналей.

7. Некоторое количество составляют замечания редакционного характера. К ним относятся различные опечатки, пропущенные запятые, замечания по оформлению, стилистические ошибки в выражениях и т.д. Все замечания редакционного характера отмечены на полях работы и высказаны автору лично.

Вывод. Данные замечания носят непринципиальный характер и не ставят под сомнение высокое качество выполненной соискателем научно-исследовательской работы и не снижают общей весьма положительной оценки диссертации.

Соответствие (несоответствие) научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует. Принимая во внимание многолетнюю работу по теме диссертации, свободное владение терминологией в области геологии, геофизики и технологии изучения пластов, а также детальное знание проблем подземного хранения газа, полученные важные и опубликованные научные результаты, считаю, что автор диссертационной работы, безусловно, является зрелым и квалифицированным специалистом в рассматриваемой области. Убежден, что научная квалификация соискателя вполне соответствует ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, на которую С.Е. Шпак претендует. Сделанные в разделе «Заключение» выводы автора диссертации, являются достоверными и обоснованными.

Замечания, выявленные в ходе прочтения диссертации, носят главным образом редакционный характер и не влияют на общее благоприятное впечатление от этой работы.

Автореферат. Содержание автореферата полностью отражает основные положения и основное содержание защищаемой диссертации. Замечаний по автореферату не выявлено. Результаты выполненной диссертационной работы, безусловно, представляют как научный, так и практический интерес.

Научные результаты, за которые соискателю может быть присуждена искомая научная степень. Соискателю может быть присуждена ученая степень кандидата геолого-минералогических наук за:

1. Установление сложной, в 3D изображении, стереометрической поверхности Прибугского локального взброса и среднего угла его наклона, а также герметичности газовой залежи нижнекембрийского пласта коллектора

($\epsilon_{1str2-I}$) в плоскости этого разлома, благодаря контакту с глинистым пластом ($\epsilon_{1str3-II}$) опущенного блока Прибугской брахиантиклинали.

2. Выявление «ленточной» пористости и проницаемости по напластованию нижнекембрийских пород пласта покрышки ($\epsilon_{1str3-II}$) основной газовой залежи и присутствие практически непроницаемых глинистых пропластков в песчаниках спановской свиты (ϵ_{1sp}).

3. Сравнительный анализ геологического строения, петрофизических свойств горных породы и условий образования брахиантиклиналей Брестской впадины с использованием детально изученной, эталонной Прибугской структуры, показавший, что кембрийские отложения Кустинской брахиантиклинали наиболее благоприятны для создания нового ПХГ.

4. Установление скачкообразного повышения содержания оксидов фосфора в породах рытской свиты нижнего кембрия по отношению к породам котлинского горизонта венда, что может быть использовано как стратиграфический маркер.

5. Выявление существенного снижения фильтрационно-емкостных свойств пород в кровле нижнекембрийского пласта коллектора ($\epsilon_{1str2-I}$).

Официальный оппонент –
ведущий научный сотрудник
лаборатории геотектоники и геофизики
Института природопользования
НАН Беларуси, кандидат
геолого-минералогических наук, доцент

Р.Э. Гирина

г. Минск, 15 апреля 2026 г.



Подпись(сти) <i>Гирина Р.Э.</i>
УДОСТОВЕРЯЮ Ученый секретарь ГНУ Институт природопользования НАН Беларуси <i>Кейт. Камышенко Т.А.</i>
<i>15</i> апреля 2026 г.