

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Агалакова Сергея Евгеньевича «Геология и газоносность верхнемеловых надсеноманских отложений Западной Сибири» представленной на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.12 – «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений полезных ископаемых».

Диссертационная работа посвящена сеймостратиграфическому строению и районированию надсеноманских отложений Западной Сибири, анализу факторов формирования в них газогидратов и подсчёту ресурсной базы свободного газа и газогидратов в зоне вечной мерзлоты центральной и северной её частях.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью восполнения углеводородного потенциала в районах с развитой инфраструктурой газодобычи за счёт открытия и ввода в разработку новых залежей газа и газогидратов в надсеноманских отложениях уже на открытых месторождениях углеводородов и газоперспективных площадях севера Западно-Сибирской плиты.

Цель исследований – решение крупной научной проблемы формирования сейсмогеологической модели верхнемеловых надсеноманских отложений в пределах Западной Сибирской плиты и уточнение сосредоточенной в них ресурсной базы газа и газогидратов.

Научная новизна и личный вклад заключается в обосновании новой сеймостратиграфической модели надсеноманских отложений Западной Сибири на основе комплексного анализа обширного объёма данных по сейморазведке 2Д (270 тыс.пог.км), поисково-разведочному бурению (11 тыс. скважин) и сопоставления разработанной модели с существующей стратиграфической схемой верхнемеловых отложений. Проведённые исследования позволили диссертанту в объёме надсеноманских отложений выделить четыре сеймостратиграфических комплекса, соответствующих региональным стратиграфическим горизонтам, границы которых соответствуют пачкам тонко отмученных глин и кремнисто-опокным отложениям, хорошо выделяемым по данным каротажа и в сейсмических разрезах, в качестве опорных отражающих горизонтов. Для каждого сеймокомплекса, с учётом скоростной модели верхнемеловых отложений, построены карты толщин отражающие закономерности их седиментации, что позволило сформировать новые представления на пространственное расположение стратиграфических границ ранее выделяемых фациальных районов.

Для обоснования стратиграфических границ гидратообразования автором проведён анализ температурного режима верхней части разреза на основе методики комплексирования

данных термометрии, каротажа скважин, термометрии при испытании скважин и расчёта глубинного теплового потока от основания фундамента. Выполненные исследования позволили впервые для рассматриваемой территории построить карты глубин подошвы криолитозоны, карты температур на границах стратиграфических подразделений и на глубинах среза 500 м, 1000 м и 1500 м.

Для прогноза фазового углеводородного состояния (газ или газогидрат) в пределах криолитозоны диссертантом проведены исследования по гидрохимическому составу пластовых вод и составу газа выделяемых сеймостратиграфических комплексов, а также выполнены реконструкции по палеотермобарическим условиям, имевшим место в процессе формирования верхнемеловых отложений.

С учётом формирования толщин пород-коллекторов выделяемых сеймостратиграфических комплексов и существующего фонда подготовленных и опоискованных нефтегазоперспективных объектов, проведена оценка ресурсов газа и газогидратов для каждого комплекса и приведено районирование территории по перспективам нефтегазоносности.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на 20 конференциях международного и регионального уровня. Основные положения диссертационной работы изложены в 45 публикациях, в том числе в 15 рецензируемых журналах, перечисленных в перечне ВАК.

Защищаемые диссертантом научные результаты и положения представлены последовательностью исследований, включивших:

- разработку принципов стратификации верхнемелового надсеноманского комплекса на основе анализа существующей региональной стратиграфической схемы, выделения новых стратотипов расчленения верхнемелового разреза, использования результатов проведённых литологоминералогических и биомагнитостратиграфических исследований керна, материалов геофизических исследований скважин и сейсморазведочных данных, положенных в основу предложений по уточнению макета региональной стратиграфической схемы нового поколения.

- создание по территории Западной Сибири серии карт современных температур верхней части мелового и палеогенового разрезов на основе комплексирования данных о подошве многолетнемёрзлых пород и информации о глубинном тепловом потоке;

- оценку ресурсной базы углеводородов надсеноманских отложений и районирование кузнецовского, нижне- и верхнеберёзовского и ганькинского сеймостратиграфических комплексов по перспективам газоносности, включая газогидратную составляющую.

Диссертационная работа состоит из введения, заключения, пяти глав, общим объёмом 221 страница, содержит 92 рисунка, 4 таблицы и 290 библиографических ссылки.

Во введении дано обоснование актуальности проведённых исследований, их целевая и научная задача, практическая значимость и реализация. Приведены объёмы изученного фактического материала и используемые в работе методики, сформулированы основные защищаемые положения.

В первой главе диссертационной работы автором, на примере многочисленных публикаций, рассмотрена история стратификации надсеноманских отложений и схема их фациального районирования. С целью дальнейшего сопоставления выполненных автором работ по расчленению и корреляции рассматриваемой толщи с использованием метода ГИС и данных сейсморазведки представлено пространственное расположение утверждённых стратиграфическим совещанием 1990 года стратотипов разрезов и охарактеризованы основные литологические разделы и реперные горизонты участвующие в современном расчленении и стратификации надсеноманской толщи верхнего мела, сделаны выводы о несовершенстве существующих корреляционных схем по ряду геолого-стратиграфических признаков. Отмечено неудовлетворительное использование при стратификации изучаемой толщи выделяемых в сейсмическом разрезе отражающих горизонтов (ОГ).

Во второй главе изложена методика изучения строения верхнемеловых надсеноманских отложений по предлагаемой автором системе региональных профилей с использованием данных ГИС и сейсморазведки. Сформированная сейсмогеологическая модель включила каротажную и керновую информацию по 4000 скважинам, расположенным в пределах выделенных региональных сейсмических профилей.

Для каждого выделяемого в рамках региональной стратиграфической схемы реперного литологического горизонта разработан его каротажный «образ» и проведено сопоставление с особенностями строения сейсмического разреза. Так, к мярояхинской глинистой пачке и кровле глин кузнецовской свиты приурочен сейсмический горизонт С4, кремнисто-опоковый горизонт хэяхинской пачки в кровле нижеберёзовской подсвиты охарактеризован сейсмическим горизонтом С3, литологическая неоднородность на границе раздела верхнеберёзовской подсвиты и ганькинской свиты представлена сейсмическими горизонтами С1 и С2, а литологическая неоднородность ганькинской и талицкой свиты отражается формированием сейсмического горизонта С. Комплексное изучение стратиграфических горизонтов по каротажным, керновым и сейсмическим данным позволили изменить существующие представления на литологические особенности их строения и выделить четыре сеймостратиграфических комплекса (кузнецовский, нижеберёзовский, верхнеберёзовский, ганькинский) ограниченных соответствующими отражающими реперными горизонтами.

Изменение геологической модели затронуло представления о взаимосвязи выделяемых коллекторов кузнецовской и ипатовской свит входящих в состав кузнецовского

сейсмостратиграфического комплекса, что позволило песчано-алевритовые отложения ипатовской свиты и газсалинской пачки объединить в единый кузнецовский резервуар. Литологический анализ данных по скважинам с учётом особенностей каротажных характеристик в объёме нижеберёзовского сейсмостратиграфического комплекса представил возможность детализировать нижеберёзовскую подсвиту, выделив в её средней части пачки БН3 и БН2. Корреляция выделенных пачек позволила автору выявить фациальный переход в восточном направлении глинистой пачки БН3 в алевритовые отложения русско-речинской толщи с дальнейшим расширением её стратиграфических объёмов в составе насоновской, маргельтовской и сымской свит. Аналогичные исследования были проведены в объёме верхнеберёзовского и ганькинского горизонтов, позволившие пространственно объединить алевритовую пачку пласта БВ1 с песчано-алевритовыми и песчаными отложениями салпадинской и сымской свит и выделить зону фациального замещения известковистых глин ганькинской свиты на алеврито-песчаные отложения салпадинской свиты.

Третья глава посвящена строению сейсмостратиграфических комплексов надсеноманских отложений, где проведён анализ опубликованной информации по палеогеографии верхнемеловым отложениям, свидетельствующий о слабой их изученности в вопросах детальности стратиграфического расчленения.

С учётом проведённого расчленения рассматриваемого осадочного комплекса и с целью анализа особенностей тектонического развития территории, влияющего на распределение фациальных зон верхнемеловых надсеноманских отложений, для каждого из выделенных сейсмостратиграфических комплексов были построены карты временных интервалов по данным сейсморазведки и толщин по данным бурения. Карты временных интервалов позволили провести районирование территории, связав зоны повышенных и пониженных значений рассматриваемого параметра с интенсивностью поступления терригенного материала из области источников сноса. На картах толщин по бурению отражены изменения как общих толщин рассматриваемых комплексов, так и мощности входящих в их состав песчаных (газсалинская, русско-реченская) и глинистых (мярояхинская, хэяхинская) пачек.

Изменение геологических представлений на пространственное развитие верхнемеловых надсеноманских резервуаров, по мнению диссертанта, является основой для пересмотра существующего стратиграфического расчленения и литологофациального районирования рассматриваемой толщи. В качестве таких изменений им предлагается новая схема литологофациального районирования (рис. 43) и литолого-стратиграфического расчленения (рис.39, 40).

Замечания.

Основное замечание касается вопроса изменения существующей стратиграфической схемы и роли сейсмостратиграфических комплексов в вопросах стратиграфии.

В книге А.Е Шлезенгера «Региональная сейсмостратиграфия» на странице 16 отмечается, что «в решении задач стратиграфии сейсмостратиграфия базируется на положении об изохронности сейсмических отражений, выявленных в осадочном чехле». Следовательно, корректировку стратиграфической схемы можно проводить по сейсмостратиграфическим комплексам для которых доказана изохронности ограничивающих их сейсмических горизонтов. В рассматриваемой работе диссертантом обосновано возрастное скольжение ОГ С4 и С3, что нарушает необходимое требование.

В рамках выделенных сейсмостратиграфических комплексов, по мнению рецензента, автором, впервые для надсеноманских отложений, по аналогии с неокомским нижнемеловым комплексом, разработана формационно-стратиграфическая модель и выполнено формационное районирование территории. Представленная модель показывает, что в рамках рассматриваемых сейсмостратиграфических комплексов, например кузнецовского, пространственная взаимосвязь выделяемых глинистой кузнецовской и песчаной ипатовской свит, имеющих различные стратиграфические диапазоны осуществляется через «промежуточные» литолого-стратиграфические зоны, где отмечается клинообразное внедрение песчаных разностей газсолинской пачка, аналога ипатовской свиты, в преимущественно глинистые отложения представленные в кровле мярояхской пачкой и в подошве - дорожкинской свитой, соотносимых в литологическом отношении с кузнецовской свитой.

Четвёртая глава посвящена анализу геотермической, геокриологической и гидрогеологической обстановок надсеноманских отложений, влияющих на процесс формирования газогидратов.

Температурный режим верхней части разреза изучался по комплексу методов, включающих как прямые - термометрию в выстоящих скважинах, так и косвенные, основанные на термометрии при определении отбивки цементного кольца и анализе записи каротажей кажущего сопротивления, потенциала собственной поляризации, кавернометрии, акустического и ядерно-магнитного резонанса. Автором отмечаются достоинства и недостатки рассматриваемых методов для конкретных литологических и гидрогеологических ситуаций, а также при условии присутствия в разрезе газогидратов.

Кроме того, были использованы данные скважинной термометрии при испытании глубоких горизонтов, позволяющей проводить расчёт глубинного теплового потока и изучать распределение температур по разрезу, в том числе и в верхней его части.

С целью более объективного расчёта глубины залегания подошвы криолитозоны диссертантом предложена модификация методики расчёта глубинного теплового потока, в

основу которой положено формирование сети опорных скважин по которым определён глубинный тепловой поток, глубина подошвы криолитозоны, а также температура на глубине 500 м. Далее, по скважинам находящимся в непосредственной близости от опорной, по которым выполнены расчёты глубинного потока, осуществляется расчёт залегания нулевой изотермы соответствующий подошве криолитозоны.

В результате выполненных исследований автором были построены серии карт регионального и локального масштаба, характеризующие глубину залегания криолитозоны, изменение температуры на границах стратиграфических подразделений и глубинных срезах 500, 1000 и 1500м. Построенные карты в дальнейшем были использованы для обоснования глубин формирования газогидратов.

Проведённый анализ глубинного развития криолитозоны на локальных участках в пределах Комсомольского месторождения дал представление о сложной структуре её развития, а следовательно, и морфологии развития многолетнемерзлотных пород в целом по району исследований.

Гидрогеологическая составляющая надсеноманских отложений, влияющая на процесс формирования газогидратов, изучалась на основе анализа карт минерализации пластовых вод по гидрогеологическим комплексам, выделяемым в составе верхнего гидрогеологического этажа. Кроме того, по данным ГИС в зоне мерзлотных и подмерзлотных зон были выделены в разрезе и по площади области высокой минерализации (криопегов). Особое внимание диссертант уделил наблюдаемому несоответствию расчётного интервала потенциальной многолетнемерзлотной зоны тибейсалинской свиты и фактическому её распределению в районе Тазовского полуострова, что связано с высокой минерализацией пластовых вод, сформированной в результате «отжатия» солей в процессе промерзания водонасыщенных пород.

С учётом проведённых исследований по температурному режиму разреза, минерализации пластовых вод выделяемых гидрогеологических комплексов и распределению пластового давления по разрезу в надсеноманских отложениях, а также с учётом преобладающего компанетного состава пластового газа, автором построена карта подошвы зоны распространения стабильного газогидрата на основе которой проводилась оценка их ресурсной базы.

Замечание

На рисунке 60 - карта подошвы зоны стабильного газогидрата, непонятно наличие отрицательных значений. Кроме того, если кровля зоны стабильности газогидратов по расчётам автора расположена на глубинах 250-270 метров, тогда к чему относятся на карте глубины подошвы ЗСГ выше этих отметок?

В пятой главе изучены вопросы распределения газа и газогидратов в пределах выделенных сейсмостратиграфических комплексов. Рассматривая историю изучения газоносности надсеноманских отложений, в рамках которой автором был проведён анализ газопроявлений при бурении поисково-разведочных северной части ЗСП, отмечено широкое распространение газопроявлений в мёрзлых и подмёрзлых толщах, залегающих выше сеноманских продуктивных горизонтов. С учетом анализа тектонических, геологических, геохимических и гидрогеологических показателей для рассматриваемой толщи были спрогнозированы наиболее перспективные интервалы разреза и зоны локализации залежей газа и газогидратов. В тектоническом плане, с учётом наличия структурных ловушек в надсеноманских отложениях, основные перспективы продуктивности связаны с северной частью плиты. Особый интерес представляют участки, осложнённые тектоническими нарушениями, по которым, как полагает диссертант, происходит миграция углеводородов из сеноманских отложений в вышележащий осадочный комплекс.

В рамках разработанной автором сейсмогеологической модели надсеноманских отложений и с учётом всех рассмотренных им критериев по определению проницаемых толщин продуктивных резервуаров, их фильтрационно-емкостным свойствам и условиям гидратообразования, была проведена оценка ресурсной базы свободного газа и газогидратов для каждого из выделяемых сейсмостратиграфических комплексов в пределах подготовленных структурных ловушек и разрабатываемых месторождений газ сеноманского комплекса.

Зональность перспектив газоносности выделенных ловушек для каждого комплекса оценивалась по наличию региональной покрышки, хорошим или низким качеством коллектора, газогидратным, газовым либо смешанным типом флюидонасыщения и наличием либо отсутствием продуктивности в отложениях сеномана. При этом, принимая в качестве доминирующего признака перспектив нефтегазоносности надсеноманских отложений наличие залежей углеводородов в сеномане, автор не исключает возможность самогенерации газа в отложениях нижеберёзовского горизонта.

Замечание

Учитывая, что основой диссертационной работы являлось объединение различных по стратиграфической принадлежности коллекторов в единый резервуар соответствующего сейсмогеологического комплекса, оценку ресурсной базы необходимо было бы проводить так же по выделенным комплексам, в соответствии с построенной сейсмогеологической моделью надсеноманских отложений.

В заключение диссертационной работы, в краткой форме, изложены основные результаты исследований.

Замечание по диссертационной работе в целом.

1. Нет однозначной индексации по тексту диссертации номенклатуры сейсмических горизонтов, выделяемых в кровле верхнеберёзовской подсвиты и кровле ганькинской свиты. Согласно таблице 2, кровле верхнеберёзовского горизонта соответствуют отражающие горизонты С1 и С2, а кровле ганькинской свиты ОГ – С. В тоже время на рисунках 13, 14, 15 и 21 эти стратиграфические границы обозначены, соответственно, как ОГ – С и ОГ – Ган.
2. В текстовой части работы на страницах 58, 91, 103, 142, 180 автор, ссылаясь на рисунки, не проставил их номера, или проставленные номера не соответствуют рассматриваемым рисункам (стр. 38, 111). Отмечается повторение абзацев текста на страницах 101 и 102, ряд рисунков трудночитаемые из-за их качества или отсутствия условных обозначений (рис.18, 19, 20 и др.).

Оценивая диссертацию в целом, можно констатировать, что она представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основе выполненных автором исследований, **решена крупная научная проблема** связанная с созданием современной геологической модели верхнемеловых надсеноманских отложений Западной Сибири и уточнением оценки сосредоточенных в них ресурсов свободного газа и газогидратов.

Методическая значимость работы заключается в формировании интегрированного регионального сейсмогеологического проекта надсеноманских отложений на основе комплексирования данных сейсморазведки, существующего стратиграфического каркаса рассматриваемой толщи, геолого-геофизической информации поисково-разведочных и эксплуатационных скважин, пробуренных в пределах рассматриваемой территории. В рамках построенной сейсмогеологической модели, автором разработана методика расчёта температурного режима верхнемеловых отложений, контролирующего образование многолетнемерзлых пород и распределение по разрезу интервалов стабильных газогидратов. С учётом разработанных критериев прогноза представлена методика районирования перспектив газоносности выделенных низкотемпературных сеймостратиграфических комплексов и объёмным методом выполнена оценка ресурсной базы каждого из них.

Диссертация содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, имеет внутреннее единство и свидетельствует о личном вкладе автора в решение задачи освоения газового потенциала газогидратных толщ верхнего мела. Разработанная Агалаковым Сергеем Евгеньевичем формационно-стратиграфическая модель надсеноманских отложений и предложенные им методики по расчёту интервалов формирования стабильных газогидратов с последующим районированием территориальным по перспективам газоносности аргументированы и подкреплены большим объёмом как фактического материала, так и информации из опубликованных источников.

Основные научные результаты изложены в открытой печати, в том числе в журналах рекомендованных ВАК РФ, апробированы на международных и всероссийских совещаниях.


В публикациях автора и автореферате изложены основные идеи и выводы, представленные в диссертации, а её содержание соответствует специальности 25.00.12 - «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений»

В автореферате отражена научная новизна, практическая значимость и личный вклад автора в проведённых исследованиях. Несмотря на краткость изложения автореферат даёт достаточно полное представление на результаты анализа, выполненного автором в рамках поставленных задач. Представленные замечания по диссертационной работе относятся и к автореферату.


На основании вышеизложенного считаю, что представленная к защите диссертационная работа, является законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки России и науки РФ, а её автор Агалаков Сергей Евгеньевич заслуживает присвоения ему учёной степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.12 - «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений полезных ископаемых»

15 мая 2020 года

Зав. Лабораторией геологии Центра профессиональной подготовки специалистов нефтегазового дела при ТПУ, д.г.-м.н. по специальности 25.00.12. «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений»


Белозёров Владимир Борисович.

Учёный секретарь ТПУ


Ананьева О. А.

634050, г. Томск, пр. Ленина 30

Тел. +7(3822) 606-492, доп. 122, e-mail BelozerovVB@hw.tpu.ru

Согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку, и передачу в соответствии с требованиями Минобрнауки России.