

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук
ФРЕЙМАНА СЕРГЕЯ ИГОРЕВИЧА на тему: «Сейсмостратиграфия и
геологическая история Северо-Чукотского бассейна и сопряженных
районов Северного Ледовитого океана»
по специальности 25.00.01 – «Общая и региональная геология»**

Представленная диссертация **Фреймана Сергея Игоревича** состоит из введения, 7 глав и заключения, содержит 162 страницы текста, включая 73 рисунка, 2 приложения, список литературы из 143 наименований. Список трудов автора по теме работы состоит из 16 ссылок, включая: издания входящие в список, рекомендованный МГУ для данной специальности, индексируемые в Web-Of-Science или SCOPUS (3 работы) и индексируемые только в РИНЦ (2 работы); тезисы конференций, где проводилась апробация работы.

Диссертация Фреймана С.И. посвящена изучению строения осадочного чехла и тектонического развития наименее изученного региона планеты – Арктики и шельфов Сибири. Для реализации заявленной в работе **цели** – расшифровки геологической истории Северо-Чукотского бассейна и сопредельных с ним шельфовой и глубоководной частей Американо-Чукотского бассейна с момента их заложения до момента формирования современной осадочной структуры территории – автором сформулированы 5 задач, имеющих как технический, так и аналитический характер. Решение задач позволило автору сформулировать 4 защищаемых положения, которые рассмотрены в тексте работы.

Актуальность работы определяется тем, что объект исследований имеет огромный углеводородный потенциал, и несмотря на отсутствие в настоящий момент безопасных технологий извлечения сырья в Арктических условиях, подлежит глубокому изучению всех аспектов его строения и

развития. В глобальной истории тектонического развития регион является сравнительно белым пятном и его изучение ввиду доказанной синхронности ряда тектонических событий по всей планете является актуальным для многих фундаментальных задач в науках о земле.

Фундаментальная значимость и новизна работы шире объема, необходимого для выполнения квалификационной работы. Автором доказан сложный многостадийный характер седиментационного процесса Северо-Чукотского бассейна, встроенное в этот процесс воздействие изменения гидрологического режима Арктического бассейна, показаны особенности регионального рифтогенеза в сопоставлении с глобальными параметрами дивергентных границ в формирующихся океанах, особенности геодинамических режимов бассейна при субширотном сдвиговом смещении.

В работе использован обширный набор общедоступных геофизических данных по строению земной коры региона и новейшие сейсмические данные высокого качества, позволившие осуществить решение поставленных задач на максимально возможном уровне. Для обработки данных автором применены зарекомендовавшие себя проверенные методики анализа. Также был осуществлен сбор анализируемых данных в единую базу в сейсмическом интерпретационном ПО. В сочетании с оригинальными идеями и тщательной проработкой поставленных задач, это достаточно иллюстрирует **личный вклад** автора в полученный в работе результат. Отметим также его личное участие в экспедиции по сбору данных.

Введение содержит все необходимые сведения о целях, задачах, защищаемых положениях, научной новизне работы, ее практической значимости и достоверности результатов, личном вкладе автора и апробации работы, соответствующие требованиям МГУ. **Главы 1-3** имеют вводный характер, описывают изученность объекта исследований, методы сейсмостратиграфического анализа и региональное строение осадочного чехла. **Главы 4-7** посвящены обоснованию 4-х защищаемых положений соответственно.

Глава 1 содержит обзор изученности региона. Она условно разделена на дистанционные данные и прямые данные. Приведен исторический аспект в описании процесса накопления данных с особым упором на сейсмические данные, которые являются основой работы, предлагаемой к защите. Полнота описания изученности достаточна для задач диссертации, хотя некоторые аспекты можно было бы дополнить.

Глава 2 содержит обзор методических аспектов и определений, необходимых при проведении сейсмостратиграфического анализа данных, который был проведен в работе. Методы анализа и определения даны в минимальном необходимом для квалификационной работы объеме с учетом нового развития этой темы, которое представлено в цитируемой автором литературе.

Глава 3 посвящена сейсмостратиграфическому анализу Северо-Чукотского бассейна. Частично она состоит из обзора существующих схем разделения осадочного чехла с демонстрацией их недостатков, разброса определяемых возрастов и достоверности через привязку к скважинам на севере шельфа Аляски и к скважине ACEX на хребте Ломоносова. Далее следует переход к стратиграфическому разделению осадочного чехла Северо-Чукотского бассейна, выполненному автором, что частично является материалом для 1 защищаемого положения. Автором выбраны наиболее надежные датировки для наиболее уверенно выделяемых отражающих горизонтов Северо-Чукотского бассейна и на их основе для иллюстрации сейсмостратиграфии бассейна составлен опорный композитный разрез из разрезов ION 11_4400 и ARC 14_01. Отмечу, что у автора не все комплексы ограничены сильными рефлекторами, как это предполагается из теории главы 2. Например, кровля комплекса ССЧБ2 Ломоносовский горизонт (LU) не имеет сильного рефлектора, отвечающего несогласию, но выделяется по смене преобладания характерного фациального прототипа отражений внутри комплекса с сигмоидного на параллельный и уменьшению амплитуд, указывающему на увеличение интенсивности привноса терригенного

материала. Кровля этого комплекса ССЧБЗ, ограниченная ОГ HARS является террасой Кучерова, но она выделяется по наиболее контрастному по амплитуде горизонту в разрезе.

Глава 4 посвящена материалам к положению 1. В ней автор на базе последних сейсмических данных развивает седиментационную модель бассейна, восстанавливает положение бровки шельфа и характер ее миграции во времени, направление сноса терригенного материала. Особое внимание уделено положению врезов и фациальных прототипов, свойственных отложениям донных течений, которые начинают появляться в разрезе выше горизонта ES, начиная с начала изоляции бассейна по (Hegewalt, Jokat, 2013), а также врезам и оползневым телам. Автором достоверно восстановлена кайнозойская история осадконакопления бассейна, обоснована адекватная данным гипотеза о происхождении террасы Кучерова и отступление бровки шельфа на юг не по эвстатическим, а по тектоническим причинам, частью которых могла быть одна из фаз орогенеза хребта Брукса.

Глава 5 посвящена анализу изменения режима циркуляции донных течений в процессе раскрытия каналов связи с Мировым океаном. Автором проанализировано несколько характерных примеров фаций контуритов, которые показывают смену режима осадконакопления выше горизонта UBH (18.2 млн лет). Этот горизонт по времени соответствует раскрытию пролива Фрам. Автор указывает на наличие различных гипотез о времени этого события – например другой вариант, описанный в литературе это 36 млн лет. Тем не менее анализ появлений фаций, характерных для контуритов, не оставляет сомнений в доказанности 2 защищаемого положения работы.

Глава 6 посвящена построению плито-тектонической модели развития региона в апт-альбское время. Автору удалось с учетом определенного им суммарного растяжения коры Сибирского шельфа до 450 км составить непротиворечивую модель, увязанную с одновозрастными процессами растяжения в Северной Атлантике, которые проходили перед пространственной бифуркацией Атлантического рифта около структурного

барьера Гренландии. Автор показал сходство процессов в единой Атлантико-Арктической рифтовой системе в указанный период времени. Приведенный материал обосновывает 3 защищаемое положение.

Глава 7 посвящена определению геодинамического режима и ориентировки оси растяжения Северо-Чукотского бассейна. В ней автор подробно описал методику определения азимутов простирания плоскостей разломов по 2D данным, основанную на анализе реальных 3D данных, в которых эти параметры заведомо известны, и их сопоставлением с произвольно взятыми инлайнами (кросслайнами). Тестирование методики и ее применение к Северо-Чукотскому бассейну позволило автору с высокой степени достоверности оценить истинную ориентацию плоскостей сместителей и определить геодинамический режим бассейна как сочетание транстенсии и транспрессии при субширотном направлении сдвига в среднеэоценовое время. Этот материал лежит в основе защищаемого положения 4.

Результаты работы суммированы в **заключении**. Диссертация представляет собой четкое системное изложение темы исследования и его результатов, но к ее содержанию имеется несколько **замечаний**, большинство которых носит чисто технический характер.

1. Ссылка на принципиальную монографию «Арктический бассейн (геология и морфология)» по электронной версии дана неправильно. Должно быть: Арктический бассейн (геология и морфология). Под. ред. В.Д. Каминского, А.Л. Пискарева, В.А. Поселова. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2017. 291 с..
2. В Чукотском море в 1990 г. в Российском секторе проводились работы ДМНГ-Халибёртон, которые не были упомянуты автором, хотя они есть на схеме и были первыми качественными многоканальными данными для этого региона.
3. В главе 1 следовало бы добавить в раздел прямых данных ссылки на работы Кабанькова В.Я.

4. Рисунки 37 и 38 фактически дублируют друг друга..
5. На стр.76 приведено описание внутренней структуры клиноформенного комплекса: «Внутри толщи выделяется серия выраженных эрозионных поверхностей, на которых залегают значительные оползневые толщи с внутренним бугристым сейсмофациальным типом». Приведенный разрез не дает возможности оценить эти детали, а увеличенные фрагменты с их иллюстрацией отсутствуют. Также не ясно как оползневая толща может залегать на эрозионной поверхности (наверно имеется ввиду оползневая терраса), сформированной (как следует из текста) схождением этого оползня вниз по склону. Необходимо разъяснение. В маристой части комплекса ССЧБ2 форма бугров повторяется в форме ОГ HARS, что может указывать на наличие фактора воздействующего на весь чехол, а не на оползневые процессы.
6. Материалы по защищаемому положению 1 распределены частично в главе 3 и частично в главе 4, что несколько затрудняет смысловую привязку. Существенная часть главы 3 является обзорной.
7. На стр.89 автор утверждает, что на глубинах 3350 м и более подводные течения не известны. Тем не менее, по данным многолучевой батиметрии (компиляция данных ледокола Nealy, выложенная в открытый доступ) выявлены каналы с прирусловыми валами и песчаные волны к северу и западу от Чукотского плато на глубинах до 3700 м. На меньших глубинах они соответственно также могут быть проявлены.
8. Один из вариантов времени начала раскрытия пролива Фрам, упомянутый автором, – 36 млн лет – является началом сдвигового смещения между Свальбардом и Гренландией. Есть большие сомнения, что это могло привести к объединенной циркуляции СЛО и остального океана. Кроме того еще не произошло разъединения плато Ермак и Морис Джессоп. Автор мог бы привести эти аргументы для повышения реалистичности более позднего варианта раскрытия Фрама.

9. Приведенное на стр.108 определение степени растяжения через β -фактор, как отношение средней современной мощности коры каждого бассейна к мощности нормальной континентальной коры, равной 41, входит в противоречие с данными рис.56, по которым получается что отношение имеет обратный смысл.

Несмотря на замечания, диссертация оставляет впечатление весьма продуманной и качественно выполненной работы с большой **достоверностью и обоснованностью выводов и защищаемых положений** и, главное, перспективой на развитие. Все защищаемые положения работы выглядят доказанными. Работа написана четким высокопрофессиональным языком, не вызывающим вопросов при ознакомлении с изложенными положениями. Использованные в работе различные геофизические и геологические данные применены для доказательств положений работы весьма эффективно. Автор в работе продемонстрировал все необходимые для квалификационной работы качества. Основные результаты работы опубликованы в научных работах, указанных в автореферате и диссертации. Автореферат адекватно отражает содержание диссертации.

Представленная диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 25.00.01 – «Общая и региональная геология» (по геолого-минералогическим 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 Фрейман Сергей Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01 – «Общая и региональная геология».

Официальный оппонент:

доктор геолого-минералогических наук,

Заведующий Лабораторией геоморфологии и тектоники дна океанов
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Геологического института Российской академии наук (ГИН РАН), Главный
научный сотрудник

СОКОЛОВ Сергей Юрьевич

(подпись)

13 мая 2021 года

Контактные данные:

тел.: +7(495)

andex.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена
диссертация: 25.00.03 – «Геотектоника и геодинамика»

Адрес места работы:

119017, Москва, Пыжевский переулок, дом 7, строение 1

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический
институт Российской академии наук (ГИН РАН)

Тел.: +7(495)

E-mail: gin@ginras.ru ; <http://www.ginras.ru>

Подпись сотрудника ГИН РАН С.Ю. Соколова удостоверяю.

Заведующая канцелярией ГИН РАН

Букашкина З.М.

13 мая 2021 года

