

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Предеина П.А.

“Затухание сейсмических волн в центральной части Байкальской рифтовой системы”, представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Рецензируемая диссертация посвящена изучению поглощающих и рассеивающих характеристик земной коры и верхов мантии центральной части Байкальской рифтовой системы (БРС) – Южнобайкальской впадины и прилегающих к ней областей.

Актуальность работы. Центральная часть БРС расположена в одном из наиболее сейсмоопасных регионов Российской Федерации, в котором, согласно картам общего сейсмического районирования возможны сотрясения с интенсивностью до 9 баллов по шкале ШСИ-17. Выводы о высоком уровне сейсмической активности исследуемого региона основаны на данных о палеоземлетрясениях и макросейсмических проявлениях сильнейших сейсмических событий нескольких минувших веков.

Для прогноза параметров сильных движений и расчета синтетических сейсмограмм важно знать характеристики поля поглощения в литосфере, в первую очередь для короткопериодных S-волн, которые имеют наибольшую интенсивность в ближней зоне. Известно, что эти характеристики существенно варьируются в разных сейсмоактивных районах. Вместе с тем существующие карты общего сейсмического районирования не учитывают региональных параметров излучения и распространения сейсмических волн, что может приводить к большим погрешностям при прогнозе параметров сильных движений. Все перечисленное определяет актуальность рецензируемой работы.

Рецензируемая диссертация состоит из введения, четырех основных глав, заключения, списка литературы и приложений. Во введении описаны объект и методы исследования, этапы его выполнения, апробация работы, практическое применение, обоснованы актуальность работы и научная новизна, сформулированы цель и задачи исследований, а также защищаемые положения,

В первой главе кратко описаны тектоника, глубинное строение и сейсмичность центральной части БРС. Справедливо указано, что утвержденные для исследуемой территории карты общего сейсмического районирования не учитывают региональных особенностей параметров излучения и распространения сейсмических волн. К сожалению, автор не рассматривает литературные данные о вариациях изотопного состава гелия, которые позволяют судить о подъеме ювенильных флюидов из верхов мантии.

Вторая глава посвящена рассмотрению экспериментальных материалов и методов оценки скорости затухания сейсмических волн. Автор продемонстрировал неплохое знание литературных данных и физических основ формирования сейсмических записей на близких и региональных расстояниях. Вместе с тем им допущено значительное количество неточностей в описании характеристик реальных сейсмограмм и моделей формирования коды. Так, на стр. 35 отмечено, что кода S-волны имеет экспоненциальную огибающую. В то же время известно (например, из монографии [Sato, Fehler, 1998]), что форма коды значительно более сложная. На стр. 39 цитируется статья [Aki, Chouet, 1975] и говорится о двух моделях формирования коды. На самом деле в этой статье рассматривается только одна модель однократного рассеяния объемных волн, заимствованная из морской акустики (для нулевого эпицентрального расстояния) и совсем не упоминается модель диффузного рассеяния. Теория диффузии применима не при больших временах пробега (стр. 40), а при очень сильном рассеянии (как, например, в случае формирования лунной сейсмограммы). Непонятно также, как из формулы (6) путем логарифмирования можно получить формулу (7).

Описаны сети сейсмических станций Байкальского и Бурятского филиалов ФИЦ ЕГС РАН. Существенно, что станции Бурятского филиала с 1990-х годов осуществляли регистрацию в цифровом виде, что позволило получить достаточно большой объем цифровых данных.

В третьей главе рассматриваются результаты анализа данных и их интерпретация. По характеристикам коды построены зависимости добротности от частоты как на малых, так и региональных расстояниях. Аналогичные результаты получены также путем использования метода нормализации коды. Автором проведена оценка вклада рассеяния и поглощения в общее затухание на разных частотах. Для большинства

станций в диапазоне коротких периодов (частоты выше 1 Гц) установлено преобладание внутреннего поглощения над рассеянием на неоднородностях. Показано, что наибольший вклад рассеяния на неоднородностях наблюдается на относительно низких частотах. Интересно, что оценки добротности по коде для всех станций оказались значительно выше полученных для тех же эпицентральных расстояний методом нормировки амплитуды S -волны к коде. Анализ показал, что с увеличением расстояния растет средняя добротность, а также увеличивается дисперсия данных.

Установлено, что поглощение S -волн в районе Байкальского рифта значительно слабее, чем в районе Тянь-Шаня, что не противоречит данным, полученным ранее путем анализа отношения амплитуд волн S_n и P_n . Кроме того, зависимость $Q_c(f)$ для исследуемого района согласуется с данными для других тектонически активных районов, таких как северо-восток Индии, Гималаи и др.

В четвертой главе проводится оценка латеральных вариаций затухания сейсмических волн для Южнобайкальской впадины и ее окружения. Показано, что по кода-волнам наибольшая неоднородность соответствует верхней коре, где чередуются сравнительно большие области с низкими значениями Q_c и небольшие участки со слабым поглощением, в то время как для более глубоких слоев пространственное распределение добротности более однородное.

Анализ, проведенный по отношениям амплитуд волн S_n и P_n на сейсмограммах, подтвердил сделанный ранее вывод об относительно слабом поглощении S -волн в литосфере региона на сравнительно низких частотах. Проведена оценка вкладов поглощения и рассеяния на разных частотах. Показано, что доля энергии, связанной с рассеянием, существенно различается для южной части Южнобайкальской впадины и центрального Байкала. Отмечено, что области интенсивного рассеяния и повышенного затухания сейсмических волн соответствуют зонам наибольшего выделения сейсмической энергии и плотности эпицентров.

В заключении подводятся итоги проведенных исследований, перечислены наиболее важные результаты.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Обоснованность и достоверность научных положений и выводов, предложенных в работе, вытекает из согласия результатов с данными других авторов, полученных

различными методами. Уточнение характеристик поля поглощения на территории центрального Байкала позволит более корректно решать задачу перехода к очаговым спектрам, а также использовать эти данные при построении карт сейсмического районирования различной детальности.

Новизна и значимость полученных автором результатов. Диссертантом впервые проведено столь детальное картирование поля поглощения в центральной части Байкальской рифтовой системы. Приведены оценки вклада поглощения и рассеяния в общее затухание сейсмических волн. Полученные результаты могут быть использованы при решении задач сейсмозонирования не только в районе БРС, но также и в других сейсмоактивных районах РФ. Можно рекомендовать применение подходов, продемонстрированных автором, в различных геофизических организациях России: ИФЗ РАН, ИГГ СО РАН, Институте вулканологии ДВО РАН и других институтах.

Диссертация неплохо оформлена, хотя могла бы быть лучше отредактированной. Автореферат полностью соответствует диссертации.

Все перечисленное позволяет сделать заключение о том, что диссертация полностью соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842. Соискатель заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 - геофизика, геофизические методы поиска полезных ископаемых.

Доктор физ.-мат. наук,

гл. науч. сотр. ИФЗ РАН

профессор



Копничев Ю.Ф.

18 июля 2022 г.

*Подпись заверено
Зав. отделом кадров*



А.О. Паламова