

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Институт нефтегазовой геологии и
геофизики им. А.А. Трофимука
Сибирского отделения
Российской академии наук
(ИНГГ СО РАН)

Проспект Академика Коптюга, д. 3
Новосибирск, 630090
Тел. (383) 333-29-00, факс (383) 330-28-
07

E-mail: ipgg@ipgg.sbras.ru
www.ipgg.nsc.ru

ОКПО 93857650 ОГРН 1065473056670
ИНН/КПП 5408240311/540801001

От 27.05.2016 № 15350-111-2171/337
На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ФГБУН Института
нефтегазовой геологии и геофизики
им. А.А. Трофимука Сибирского
отделения РАН
академик, доктор технических наук

М.И. Эпов

«27» мая 2016 г.

Отзыв

ведущей организации на диссертацию

Краснощекова Дмитрия Николаевича

«Разномасштабные неоднородности глубинных оболочек Земли как
отражение динамических процессов комплексной системы внутреннее-
внешнее ядро»

по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков
месторождений полезных ископаемых

на соискание ученой степени доктора физико-математических наук

Актуальность выполненных исследований не вызывает сомнений. Строение и динамические характеристики внешнего и внутреннего ядра Земли тесно связаны с фундаментальной проблемой изучения природы геомагнитного поля, одного из геофизических явлений, вариации которого определяют многие процессы, происходящие на поверхности планеты и в окружающем пространстве. Вместе с тем, продвижение в решении столь сложной проблемы может оказать влияние на развитие методов геофизики при изучении и других, не столь удаленных от поверхности объектов, как ядро. Особый интерес вызывает опыт автора при обработке и интерпретации

времен пробега рефрагированных волн в областях каустик (петель на годографах), распространяющихся в мантии Земли, которые редко, когда распознаются в экспериментах и используются.

Цель исследований по оценке размеров и физических свойств неоднородностей в жидкой и твёрдой частях ядра Земли вместе с их интерпретацией и связью с динамическими процессами находится в русле современных концепций развития наук о Земле, а результаты заметно дополняет мировую базу данных.

Поставленные задачи полностью соответствуют цели исследований и охватывают достаточно широкий круг вопросов в совокупности представляющих взаимно увязанную систему. Она включает в себя сбор необходимых для решения задач экспериментальных данных, обоснованный подробным анализом использующихся в мировой практике методов изучения геофизической среды, разработку новых способов их обработки (алгоритм обработки сейсмической коды, определение физических параметров по характеристикам отраженных и рефрагированных волн) и интерпретацию полученных результатов.

Работу можно отнести к экспериментально-методической. В условиях ограниченного количества наблюдений (сейсмологических станций), автору посредством использования дифференциальных времен пробега рефрагированных волн с точкой поворота лучей во внешней и внутренней частях ядра и прецизионного анализа характера их распределения (с учетом неоднородностей мантии) удалось выделить аномалии и их зависимость от направления по отношению к оси вращения Земли.

Различие между аномалиями времен вдоль лучей волны РКР экваториального и полярного направлений связываются автором с аномальным по скорости (0.3-0.8%) цилиндрическим блоком радиуса 1375 км, расположенном во внешнем ядре (цилиндр Тейлора). При этом подчеркивается, что существование такой аномалии, несмотря на удовлетворительное согласование с наблюдаемыми данными, ставит вопрос о физическом механизме ее формирования и сохранности в условиях конвекции.

Под Юго-восточной Азией во внутреннем ядре на фоне слабоанизотропной среды (около 0.1%) обнаружена локализованная неоднородность с высокой анизотропией (свыше 2%), расположенная на глубине 170-350 км под его границей между 18° и 23° с. ш. и 125° и 135° в. д. Это объясняется переходом изотропной кровли ядра к его анизотропной толще. Вероятное объяснение такой неоднородности сводится в работе к формированию во время роста внутреннего ядра определённым образом ориентированных кристаллитов, находящихся под большим давлением.

По вариациям амплитуды отраженных от кровли внутреннего ядра волн РКiKP (данные ядерных взрывов и землетрясений) обоснована мозаичная неоднородность (толщиной около 5 км и изменениями скорости до 10%), формирующая интенсивную коду продольных волн. Определено, что добротность переходной зоны между внутренним и внешним ядром приближается к 450 при характерном размере неоднородностей не превышающих нескольких километров. Анализ свойств коды продольных отраженных волн выполнен по новой методике вычислительной геометрии, использующей расширенное автором понятие альфа-шейп файлов различного порядка. Метод имеет значительные перспективы применения в сейсмологии при изучении формы огибающих затухания рассеянных волн.

Оценивая работу в целом, следует сказать, что автор разработал новый метод восстановления формы сейсмических волн и их амплитуды в условиях практической невозможности извлечения этой информации иными методами. Практическая реализация этого метода позволила получить автору новые данные о строении Земли и связи параметров среды с глобальными геодинамическими процессами во внешнем и внутреннем ядре Земли.

К работе можно высказать замечания:

Проиллюстрированы сейсмограммами только аномальные области (Рис. 3-2-3 и 3-2-4). Было бы полезно в дополнение к Рис. 2-1-1 с годографами рефрагированных волн привести и соответствующий монтаж сейсмограмм, тем более, что пример на Рис. 2-1-2 заметно отличается от представленных на Рис. 3-2-3 и 3-2-4. Это важно еще и потому, что автор использовал отдельные

выборки волновых форм, которые принимались за наиболее надежные. Полезно сравнить их и с тем, которые не вошли в этот список.

Использование короткой Р- коды продольных отраженных волн (в отличие от известной S-коды поперечных волн), сформированной неоднородностью области перехода от внутреннего ядра к внешнему, как обосновывается в работе, представляется дискуссионной. Следовало бы акцентировать внимание на том, что это именно Р-кода и ее существование может быть связано с другими причинами (например, поверхностными волнами типа обменных Р-Релей, генерируемыми приповерхностными неоднородностями) [например, Gupta et al., 1990; Bannister et al., 1990]. Изучение природы короткой Р-коды к динамическим характеристикам волнового поля, а не просто к экспоненциальной зависимости изменения амплитуды вертикальной компоненты поля вследствие рассеяния, используемой для оценки добротности среды.

Представляется также не вполне удачной структурированность диссертации, вследствие чего автору не удалось избежать повторов при изложении материалов.

Диссертация Краснощекова Дмитрия Николаевича выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и содержит решение задачи изучения скоростной структуры ядра Земли, имеющей существенное значение для исследования процессов происходящих во внешней и внутренней частях ядра, связанных с формированием и динамикой геомагнитного поля планеты. Развитые методы локализации скоростных и анизотропных неоднородностей важны для применения при изучении свойств астеносферы, влияющих на геодинамическое состояние литосферы и, в конечном счете, на закономерности распределения сейсмичности и ее природы.

Диссертация соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении учёных степеней (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для учёной степени докторов наук, а её автор Д.Н. Краснощеков достоин присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по


специальности 25.00.10 - Геофизика, геофизические методы поиска полезных ископаемых.

Диссертация, автореферат и отзыв на диссертацию Краснощекова Д.Н. обсуждены на совместном заседании лаборатории вычислительной физики горных пород и лаборатории глубинных геофизических исследований и региональной сейсмичности, где ведутся исследования по тематике близкой к представленной диссертации, 24 мая 2016 г., протокол № 2. Отзыв одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации.

Авторы отзыва подтверждают свое согласие на включение их персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую передачу и обработку.

Главный научный сотрудник


Лаборатории вычислительной физики горных пород,
доктор физ.-мат. наук,

 Сибиряков Борис Петрович
(383)333-39-08, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Коптюга,3,
SibiryaevBP@ipgg.sbras.ru

Главный научный сотрудник

лаборатории глубинных геофизических исследований и региональной сейсмичности,

доктор геол.-мин. наук

 Суворов Владимир Дмитриевич
(383)333-60-18, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Коптюга,3,
suvorovvd@ipgg.sbras.ru

Отзыв на диссертацию обсужден и одобрен на заседании Учёного совета ИНГГ СО РАН «24» мая 2016 г., протокол № 9.