

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИНГГ СО РАН  
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н.  
Глинских Вячеслав Николаевич

«27» июня 2023 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука  
Сибирского отделения Российской академии наук

Диссертация «Разномасштабные сейсмические неоднородности земной коры и верхней мантии Сибирского кратона, его восточной и южной окраин» выполнена Мельник Еленой Александровной в лаборатории глубинных геофизических исследований и региональной сейсмичности.

В период подготовки диссертации соискатель Е.А. Мельник работала в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН) в должности ведущего научного сотрудника лаборатории глубинных геофизических исследований и региональной сейсмичности.

Научный консультант д.г.-м.н. Суворов Владимир Дмитриевич, главный научный сотрудник лаборатории глубинных геофизических исследований и региональной сейсмичности ИНГГ СО РАН.

Е.А. Мельник в 1999 г. окончила геолого-геофизический факультет Новосибирского государственного университета (в настоящее время – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет») с присуждением степени магистра геологии по специальности «геофизические методы исследования земной коры». В 2002 г. Е.А. Мельник окончила очную аспирантуру Объединенного института геологии, геофизики и минералогии им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук по специальности 25.00.10 – «геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук «Сейсмическая структура земной коры и проявления

кимберлитового магматизма в Западной Якутии» по специальности 25.00.10 – «геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» защитила в диссертационном совете, созданном на базе Объединенного института геологии, геофизики и минералогии им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук 15 марта 2006 г., протокол № 05/5.

Материалы диссертации представлены соискателем на заседании Учёного совета ИНГГ СО РАН 27 июня 2023 г., протокол № 5.

Присутствовали:

Члены Ученого совета:

д.т.н., академик РАН М.И. Эпов, д.г.-м.н., чл.-корр. РАН Л.М. Бурштейн, д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН В.Н. Глинских, д.г.-м.н., чл.-корр. РАН В.А. Каширцев, д.г.-м.н., чл.-корр. РАН И.Ю. Кулаков, д.г.-м.н., чл.-корр. РАН Б.Л. Никитенко, д.г.-м.н., чл.-корр. РАН Б.Н. Шурыгин, д.г.-м.н. С.Б. Бортникова, д.г.-м.н. Д.В. Гражданкин, д.т.н. В.М. Грузнов, д.г.-м.н. О.С. Дзюба, д.т.н. Ю.И. Колесников, д.г.-м.н. И.В. Коровников, д.г.-м.н. Н.К. Лебедева, д.г.-м.н. О.Е. Лепокурова, д.ф.-м.н. В.В. Лисица, д.т.н. А.Г. Плавник, д.ф.-м.н. М.И. Протасов, д.ф.-м.н. Ю.П. Стефанов, д.г.-м.н. В.Д. Суворов, д.т.н. К.В. Сухорукова, д.ф.-м.н. В.Ю. Тимофеев, д.э.н. И.В. Филимонова, д.г.-м.н. А.Н. Фомин, к.г.-м.н. И.А. Губин, к.ф.-м.н. А.А. Дучков, к.г.-м.н. Т.М. Парфенова, к.г.-м.н. П.И. Сафронов, к.г.-м.н. М.А. Фомин, Б.М. Попов.

Сотрудники ИНГГ СО РАН: д.г.-м.н. Н.Н. Неведрова, д.ф.-м.н. В.А. Чеверда, д.ф.-м.н. Б.П. Сибиряков, к.ф.-м.н. А.М. Айзенберг, к.ф.-м.н. А.Ю. Белинская, Д.И. Фадеев,

Сотрудники других организаций: д.т.н. А.Ф. Еманов, д.г.-м.н. В.С. Селезнев.

Вопросы задали: д.г.-м.н., чл.-корр. РАН И.Ю. Кулаков, д.ф.-м.н. В.В. Лисица, д.т.н. Ю.И. Колесников, д.ф.-м.н. М.И. Протасов, д.г.-м.н. В.С. Селезнев, д.ф.-м.н. В.Ю. Тимофеев, д.ф.-м.н. В.А. Чеверда.

Выступили: д.т.н., академик РАН М.И. Эпов, д.г.-м.н., чл.-корр. РАН И.Ю. Кулаков, д.т.н. А.Ф. Еманов, д.ф.-м.н. М.И. Протасов, д.г.-м.н. В.С. Селезнев, д.ф.-м.н. Б.П. Сибиряков, д.г.-м.н. В.Д. Суворов, д.ф.-м.н. В.А. Чеверда.

С диссертацией ознакомились специалисты-эксперты: д.т.н. А.Ф. Еманов, д.г.-м.н. В.С. Селезнев, д.ф.-м.н. В.А. Чеверда.

Члены экспертной комиссии дали **положительную оценку** диссертационной работе Е.А. Мельник.

По результатам рассмотрения диссертации принято следующее **заключение**.

**Объект исследования** – разномасштабная латерально-неоднородная структура земной коры и верхней мантии Сибирского кратона, его восточной и южной окраин с локализацией верхнемантийных и коровых аномалий под основными региональными структурами фундамента (Тунгусская, Присяяно-

Енисейская и Виллюйская синеклизы, Якутская кимберлитовая провинция, Алдано-Становой щит, Верхояно-Колымская и Саяно-Байкальская складчатые области).

**Актуальность.** Необходимая для решения геодинамических задач связь между разномасштабными структурами земной коры и верхней мантии до сих пор имеет дискуссионный характер. Новые сведения о распределении латеральных сейсмических неоднородностей в литосфере и земной коре необходимы для глубинного структурно-тектонического районирования в зависимости от уменьшения с глубиной разрешающей способности сейсмических методов. Такие данные важны для развития геодинамических представлений о природе формирования региональных неоднородностей в верхней мантии, земной коре, фундаменте Сибирского кратона и сейсмичности на его окраинах. При этом развитие вычислительных технологий решения прямых кинематических задач в двумерных постановках по данным первых вступлений и закритических отражений обеспечивает, в зависимости от параметров систем наблюдений, повышение пространственной разрешенности и детальности интерпретационных моделей с прослеживанием корней тектонических блоков, выделенных методами приповерхностной геологии и связанных с ними генезисом и размещением крупных минерагенических зон. В частности, современные технологии обработки оцифрованных площадных и профильных наблюдений методом глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) в Западной Якутии позволили получить более обоснованные сведения о строении земной коры при обнаружении признаков проявлений кимберлитового магматизма.

Несмотря на большие объемы выполненных региональных сейсмических исследований по-прежнему остаются «белые пятна», среди которых представляющие особый структурно-тектонический интерес слабоизученные сейсмическими методами восточная и южная окраины архейского Сибирского кратона. Новые детальные данные вдоль опорных геофизических профилей 3-ДВ и 1-СБ обеспечивают получение обоснованных сведений о строении верхней коры методом первых вступлений (МПВ) и всей ее толщи методом ГСЗ. Внимание к этому обусловлено необходимостью изучения природы формирования зоны сочленения Сибирского кратона с Верхояно-Колымской складчатой системой, структуры докембрийской толщи пород Алдано-Станового щита (профиль 3-ДВ), Саяно-Байкальской складчатой области (профиль 1-СБ), с локализацией и выявления их связей с тектоникой и сейсмичностью.

Таким образом, представляется актуальным решение проблемы обнаружения структурно-скоростных неоднородностей в литосфере Сибирского кратона и земной коре его окраин, связанных с глубинными корнями приповерхностных геологических структур, в качестве геофизического обоснования структурно-тектонических моделей и выявления глубинных сейсмических признаков, контролирующей закономерности размещения полезных ископаемых, в том числе

и проявлений кимберлитового магматизма.

**Целью исследования** является выявление разномасштабных структурно-скоростных неоднородностей земной коры и верхней мантии Сибирского кратона, его восточной и южной окраин лучевым двумерным численным моделированием кинематики опорных сейсмических волн.

**Лично** автором получены следующие **новые научные результаты**:

1. В двухслойной модели литосферы Сибирского кратона мощностью 200–250 км латеральные неоднородности верхнего слоя контролируются скоростью 8.0–8.6 км/с на Мохо при более однородном нижнем слое мощностью 0–140 км и скоростью 8.6–8.7 км/с. Подстилающая толща пород мощностью 150–200 км с относительно пониженной до 8.5 км/с скоростью характеризует астеносферу, подстилаемую кровлей переходного слоя «410 км».

2. По данным площадных сейсмических наблюдений определена приуроченность Мирнинского кимберлитового поля к прибортовой части локальной аномалии с повышенной до 6.6 км/с скоростью в толще фундамента мощностью до 6–8 км, подстилаемого протяженным поднятием верхнекоровой границы. Подобная аномалия закартирована в бассейне р. Сюльдюкар, где в 2015 г. открыта Сюльдюкарская кимберлитовая трубка.

3. Земная кора и верхи мантии восточной и южной окраин Сибирского кратона характеризуются контрастными латеральными аномалиями пониженной скорости по сравнению с платформой и различиями в слоисто-блоковой структуре коры и рельефе Мохо, маркирующими Верхояно-Колымскую пассивную континентальную окраину, Алданский, Становой блоки и разделяющую их аномально неоднородную зону.

4. Приповерхностная по геологическим данным складчатая структура верхней коры Забайкалья в сейсмической модели характеризуется разнонаправленными пологонаклонными разломными зонами шириной 7–10 км, прослеженными на глубину 3–5 км, разделяющими блоки с разной структурой, скоростью и вещественным составом. Выявленная связь между геологическими и сейсмическими неоднородностями демонстрирует высокую эффективность метода первых вступлений при решении задач структурно-тектонического районирования складчатых областей.

#### **Научная новизна**

1. Развита методический подход к построению априорных двумерно-неоднородных разномасштабных моделей глубинного строения литосферы на основе корреляции регистрирующихся волн, соответствующих увязанной системе прямых и встречных годографов, в зависимости от параметров системы наблюдений (интервал между источниками возбуждения, длины линии наблюдения), определяющих размер и характер распределения локализованных неоднородностей, выраженных в упорядоченных изменениях редуцированных

времен пробега волн, кажущейся скорости в зависимости от расстояния источник–приемник и положения на профиле, подлежащих двумерному численному моделированию методом прямого лучевого трассирования.

2. Предложен способ непосредственного учета сферичности Земли при прямом лучевом трассировании, использованный вдоль сверхдлинных сейсмических профилей Рифт, Метеорит и Кратон с учетом разрешающей способности системы наблюдений по данным ядерных взрывов, обеспечивший обоснованное районирование неоднородностей двухслойной литосферы Сибирского кратона и Западно-Сибирской плиты с горизонтальными размерами 300 км и более.

3. Применение комплексного анализа кинематических аномалий волнового поля, выраженных в системе годографов регистрирующихся волн, в связи с результатами численного моделирования структуры земной коры и верхов мантии вдоль профиля 3-ДВ обеспечило обнаружение ряда уникальных региональных неоднородностей, определяющих геодинамические различия в структурно-тектоническом районировании восточной и южной окраин Сибирского кратона, коррелирующихся с приповерхностной региональной геологией.

4. Особая эффективность методического подхода показана при корреляции преломленно-рефрагированных и отраженных волн с последующим двумерным численным моделированием структур верхней коры Мало-Ботуобинского района Якутской кимберлитовой провинции, осадочного чехла восточной пассивной окраины Сибирского кратона и в более мелком масштабе неоднородностей приповерхностной части коры Алдано-Станового щита и Саяно-Байкальской складчатой области для прослеживания результатов структурно-тектонического районирования на глубины 5–7 км и локализации по значениям скорости блоков с различным вещественным составом.

5. Предложен новый подход к интерпретации сейсмоплотностных данных, на основе комплексного параметра – коэффициента петрофизической неоднородности для разделения изменений, обусловленных влиянием, связанным с трещиноватостью пород (состоянием вещества) и/или изменениями их вещественного состава с глубиной на примере верхней коры Муйской впадины.

#### **Личный вклад**

1. При непосредственном учете сферичности Земли вдоль сверхдлинных сейсмических профилей Рифт, Метеорит и Кратон построены отличающиеся от известных многослойных (многопараметрических) двухслойные латерально-неоднородные модели мантийной литосферы Сибирского кратона и Западно-Сибирской плиты, в которых обнаружена корреляция между региональными структурами земной коры и аномалиями скорости в литосфере.

2. Для эталонного Мирнинского кимберлитового поля построена латерально-неоднородная модель верхней части земной коры до глубины 12–15 км, в которой

выявлено его расположение на участке, приуроченном к блоку в верхах фундамента с аномально высокой до 6.6 км/с скоростью, расположенному на склоне локального поднятия верхнекоровой границы. По аналогии со структурно-скоростными критериями проявления кимберлитового магматизма в районе эталонного Мирнинского поля в междуречье Вилюя и Мархи обнаружена подобная аномалия, подтвержденная в 2015 г. открытием Сьюльдюкарской кимберлитовой трубки.

3. В земной коре на востоке Сибирского кратона установлены сейсмические признаки пассивной континентальной окраины, подверженной мезозойской складчатости в виде передового Приверхоянского и Тылового прогибов с мощностью осадочного чехла до 20 км, разделенных высокоскоростным Сетте-Дабанским массивом и погружением границы кратона под кору Верхояно-Колымской складчатой области под углом около 15°.

4. Для Алдано-Станового щита приповерхностная слоистость характеризуется изменениями скорости и мощности трех слоев, предположительно связанных со свойствами переотложенных пород в локальных прогибах рельефа, процессами выветривания и дезинтеграции. В подстилающей толще пород скорость 6.0–6.2 км/с в сравнении с 6.3–6.4 км/с в архейском фундаменте Сибирской платформы. Слоисто-блоковая структура земной коры представлена двухслойной моделью в Становом блоке и трехслойной в Алданском при вертикально неоднородной зоне коры под Чульманской впадиной, контролируемой ступенеобразным увеличением глубины Мохо от 40 до 50 км.

5. Приповерхностная структурно-тектоническая модель коры Саяно-Байкальской складчатой области (южный участок профиля 1-СБ) представлена блоковыми структурно-скоростными неоднородностями, выраженными в изменениях скорости 5.2–5.4 и 5.6–5.7 км/с, прослеженных на глубину 3–6 км и разделенных пологонаклонными (15–25°) разломными зонами шириной до 7–10 км с различными направлениями падения осевых линий.

6. Вариациями комплексного параметра – коэффициента петрофизической (химической) неоднородности, описываемого зависимостью модуля сжатия и плотности от глубины, обосновывается разделение эффектов изменения вещественного состава и/или состояния вещества, основанное на общей закономерности уменьшения коэффициента петрофизической неоднородности с глубиной, связанной с закрытием трещин, подтвержденной на образцах горных пород и на сейсмоплотностных характеристиках верхней коры Муйской впадины.

Соискатель принимал решающее участие в постановке задач, разработке методических подходов к их решению, получении оригинальных результатов и их анализе, обсуждении и подготовке всех публикаций по теме диссертации.

**Высокая степень достоверности** полученных результатов подтверждается численным решением двумерной прямой кинематической задачи сейсмоки в

неоднородной изотропной среде при минимальных невязках между рассчитанными и наблюдаемыми времен пробега волн, соответствующих, как правило, фазам регистрирующихся колебаний. Использовано широко известное программное обеспечение в виде программ Ray84PC (Thybo, Luetgert, 1990) и SeisWide (Zelt, Smith, 1992; Zelt, 1999). Достоверность сейсмических результатов определяется их разномасштабной корреляцией с результатами структурно-тектонического районирования по геологическим данным.

Фактическим материалом являются экспериментальные данные вдоль профилей Рифт, Метеорит, Кратон от мирных ядерных взрывов, выполненные Специальной региональной геофизической экспедицией в 1977-78 гг. и 1982 г. Профильные и площадные данные ГСЗ (около 13 000 сейсмических трасс, хранившихся в аналоговой форме на магнитных носителях и оцифрованные в 2000-2005 гг.), полученные в 1982-1988 гг. коллективами организаций: Якутским институтом геологических наук Сибирского отделения Российской академии наук, Ботуобинской геологоразведочной экспедицией АК «АЛРОСА», Новосибирской опытно-методической вибросейсмической экспедицией и Объединенным институтом геологии, геофизики и минералогии им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук. Данные МПВ и ГСЗ опорных региональных профилей Российской Федерации 3-ДВ и 1-СБ, выполненные в 2009-2015 гг. по заказу Министерства природных ресурсов и экологии РФ и Федерального агентства по недропользованию (Роснедра) коллективами организаций: Федеральным государственным бюджетным учреждением Всероссийским научно-исследовательским геологическим институтом им. А.П. Карпинского (ФГБУ «ВСЕГЕИ»), Обособленным подразделением «Спецгеофизика» Федерального государственного унитарного предприятия Всероссийский научно-исследовательский институт геофизических методов разведки, Федеральным государственным унитарным предприятием Сибирским научно-исследовательским институтом геологии, геофизики и минерального сырья (ФГУП «СНИИГГиМС»).

Основой решения задачи разделения изменений, связанных с влиянием вещественного состава и/или состояния вещества (трещиноватостью) с глубиной, является использование коэффициента петрофизической (химической) неоднородности (*Магницкий, 1955; Буллен, 1966*) по данным продольных, поперечных волн и плотности на примере Муйской впадины (профили ГСЗ Янчуй–Леприндо и Баунт–Орон) и лабораторных измерений этих параметров на образцах горных пород (около 750 определений) (*Баюк и др., 1988; Christensen, 1999*).

#### **Практическая значимость**

Уникальные данные от мирных ядерных взрывов являются эталонными для изучения континентальной литосферы Сибирского кратона, неоднородности которой связаны со структурно-тектоническими аномалиями земной коры и геодинамикой их формирования. Локализация глубинных сейсмических аномалий,

коррелируемых с известными проявлениями кимберлитового магматизма, кроме геодинамических аспектов, важна и для обоснования глубинных критериев их прогноза.

Сформулированы локальные структурно-скоростные критерии проявления кимберлитового магматизма, основанные на распределении наиболее контрастных сейсмических аномалий в верхах фундамента, аналогичных району Мирнинского кимберлитового поля, подтвержденные в 2015 г. открытием Сюльдюкарской кимберлитовой трубки.

Обработка детальных данных МПВ прямым лучевым трассированием показывает возможности его применения в складчатых областях для решения задачи структурно-тектонического районирования верхней части разреза на глубину 3–5 км и более в различных геологических условиях. Результаты иллюстрируются примерами, полученными в пределах Алдано-Станового щита, восточной пассивной окраины Сибирского кратона и в Саяно-Байкальской складчатой области.

**Все вышесказанное** позволяет утверждать, что работа соответствует паспорту специальности 1.6.9 – «геофизика» (п. 16 «Методы обработки и интерпретации результатов измерений геофизических полей, в том числе применительно к геофизической разведке», п. 18 «Использование геолого-геофизических данных для построения цифровых геологических, гидродинамических, геомеханических, геодинамических и иных моделей геологической среды и месторождений» и п. 24 в части «Теоретическое и экспериментальное исследование связей физических свойств горных пород с результатами измерения геофизических полей») по геолого-минералогическим наукам.

**Научные результаты** диссертационной работы докладывались и получили одобрение научной общественности на международных конференциях и симпозиумах (более 15): Новосибирск, 2012, 2013, 2017-2022; Санкт-Петербург, 2007, 2014, 2016; Екатеринбург, 2008; КНР, Пекин, 2011, 2018; Иркутск, 2013; Киргизия, Бишкек, 2014, 2017; Казахстан, Алматы, 2016; на всероссийских конференциях, семинарах и школах (более 20): Новосибирск, 2007-2019; 2022; Иркутск, 2009, 2013, 2021; Улан-Удэ, 2013; Якутск, 2013; а также на совещаниях в ведущих научно-исследовательских и производственных организациях: ФГБУ «ВСЕГЕИ», АО «СНИИГиМС».

**Материалы диссертации полностью изложены** в более чем 70 научных работах, из них 15 статей в ведущих рецензируемых научных журналах из перечня ВАК и 5 статей в других рецензируемых научных журналах.

**Основные публикации (20):**

*Статьи в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК*

1. Suvorov V.D. Seismic velocity model of the crust and uppermost mantle around



the Mirnyi kimberlite field / V.D. Suvorov, **Е.А. Melnik** [et al.] // Tectonophysics. – 2006. – Vol. 420, No 1-2. – P. 49–73.

*Соискателем, по результатам двумерного численного моделирования кинематики опорных волн ГСЗ, построены модели земной коры Мало-Ботубинского кимберлитового района вдоль двух профилей р. Олгуйдах–г. Ленск и п. Тас-Юрях–п. Малыкай. Показано, что земная кора представляется слоисто-блоковой моделью с малым нарастанием скорости с глубиной в пределах слоев и заметными перепадами скорости на сейсмических границах. По выделенным характерным особенностям волнового поля в интервале расстояний взрыв-прием 10–450 км в районе Мирнинского кимберлитового поля определены локальные аномалии пониженной и повышенной скорости в фундаменте и коррелирующиеся с ними локальные подьемы верхнекоровой границы в верхах земной коры и внутрикоровой границы.*

2. Суворов В.Д. О петрофизической неоднородности земной коры и верхов мантии в двух районах Сибири по сейсмогравитационным данным и измерениям на образцах горных пород / В.Д. Суворов, **Е.А. Мельник** // Физическая мезомеханика. – 2008. – № 1. – С. 101–109.

*Соискателем выполнено обобщение экспериментальных данных ГСЗ (Байкальская рифтовая зона и Далдыно-Алакитский район Якутской кимберлитовой провинции), гравитационного моделирования и лабораторных измерений на образцах пород, подвергнутых всестороннему сжатию, и решена задача разделения изменений связанных с влиянием вещественного состава и/или состояния вещества (трециноватостью) с глубиной с использованием коэффициента петрофизической (химической) неоднородности (Магницкий, 1955; Буллен, 1966).*

3. Суворов В.Д. Сейсмические верхнемантийные корни структур фундамента Сибирской платформы по профилю Рифт / В.Д. Суворов, **Е.А. Мельник**, З.Р. Мишенькина // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51, № 8. – С. 1134–1150.

*Соискателем по результатам двумерного численного моделирования кинематики продольных волн в сферической модели Земли по данным подземных мирных ядерных взрывов построен сейсмический разрез верхней мантии по профилю Рифт пересекающему западную часть Сибирской платформы. На его основе предложена новая латерально-неоднородная структурно-скоростная модель верхов мантии Сибири, представленная двумя структурными этажами: верхним – с контрастными латеральными неоднородностями и нижним – практически однородной астеносферы с подошвой на границе «410 км».*

4. Суворов В.Д. Региональная 3D структура фундамента Мало-Ботубинского алмазоносного района по данным первых вступлений сейсмических волн / В.Д. Суворов, **Е.А. Мельник** // Технологии сейсморазведки. – 2010. – № 3. – С. 85–95.

*Соискателем выполнено численное моделирование кинематики опорных волн ГСЗ предварительно оцифрованных аналоговых сейсмограмм при площадных наблюдениях (1982–88 гг.) в западной части Якутской кимберлитовой провинции. В окрестности Мирнинского кимберлитового поля и в междуречье Вилюя и Мархи выделены контрастные аномалии граничной скорости на поверхности фундамента и выступы в рельефе преломляющей границы, залегающей в толще фундамента на глубине 3–12 км. По совокупности сейсмических аномалий, характерных для района Мирнинского поля, выделяется участок перспективный на поиск проявлений кимберлитового магматизма.*

5. Суворов В.Д. Сейсмические неоднородности верхней мантии под Сибирским кратоном (профиль Метеорит) / В.Д. Суворов, **Е.А. Мельник** [и др.] // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54, № 9. – С. 1411–1426.

*Соискателем с использованием метода прямого лучевого моделирования времен пробега рефрагированных и закритических отраженных волн построена скоростная модель верхней мантии вдоль профиля Метеорит, отработанного с применением подземных ядерных взрывов. Выявлена отчетливая корреляция между скоростными неоднородностями верхней мантии, прослеженными до глубины 200–220 км и крупными структурами фундамента платформы, где под впадинами скорость в верхней мантии понижена, под поднятиями повышена. В основании литосферы выделен слой повышенной до 8.5–8.6 км/с скорости и мощностью 30–80 км, где глубина залегания кровли слоя, изменяется от 120 км на севере Сибирского кратона до 210 км в области его юго-восточного обрамления.*

6. Беляшов А.В. Сейсмическое изучение верхней части разреза на участке Семипалатинского ядерного испытательного полигона / А.В. Беляшов, В.Д. Суворов, **Е.А. Мельник** // Технология сейсморазведки. – 2013. – № 3. – С. 64–75.

*Соискателем выполнена проверка сейсмотомографической модели решением прямой кинематической задачи сейсмоки. Проведено сравнение результатов обработки различными методиками с целью оценки достоверности построения сейсмических моделей.*

7. **Melnik E.A.** Seismic and density heterogeneities of lithosphere beneath Siberia: Evidence from the Craton long-range seismic profile / E.A. Melnik [et al.] // Polar Science. – 2015. – Vol. 9, No 1. – P. 119–129.

*Соискателем с использованием метода прямого лучевого моделирования времен пробега рефрагированных и закритических отраженных волн, построена скоростная модель верхней мантии вдоль профиля Кратон, отработанного с применением подземных ядерных взрывов. Модель состоит из трех слоев со скоростями 8.0–8.5 км/с в первом, 8.6–8.7 км/с во втором и около 8.5 км/с в третьем слое с подошвой на границе «410 км». Второй высокоскоростной мантийный слой выделен впервые и характеризуется сильно меняющейся*

*мощностью, коррелирующей с основными тектоническими структурами.*

8. Беляшов А.В. Техногенно-измененные приповерхностные породы на участке Семипалатинского испытательного полигона: характеристика по сейсмическим данным / А.В. Беляшов, В.Д. Суворов, **Е.А. Мельник** // Технологии сейсморазведки. – 2015. – № 1. – С. 106–110.

*Соискатель участвовал в выборе способа обработки сейсмических данных и определении параметров изучаемого разреза (детальности и глубины).*

9. Суворов В.Д. Глубинное строение Чульманской впадины по временам пробега волн в первых вступлениях / В.Д. Суворов, **Е.А. Мельник**, З.Р. Мишенькина // Технологии сейсморазведки. – 2016. – № 2. – С. 109–117.

*Соискателем проведено сравнение результатов применения методов прямого лучевого трассирования и сейсмотомографии в зоне сочленения Станового и Алданского литосферных блоков, где изучено глубинное строение мезозойской Чульманской впадины, наложенной на архейское основание. Показано, что в условиях высокого градиента непрерывного нарастания скорости с глубиной томографическая модель не удовлетворяет временам пробега волн, регистрирующихся в первых вступлениях.*

10. **Мельник Е.А.** Петрофизическая интерпретация сейсмоплотностных данных (на примере Муйской впадины) / Е.А. Мельник, В.Д. Суворов, З.Р. Мишенькина // Технологии сейсморазведки. – 2016. – № 4. – С. 84-91.

*Соискателем предложен способ разделения эффектов, связанных как с трещиноватостью пород, так и с изменениями их вещественного состава с глубиной с использованием коэффициента петрофизической неоднородности. Показано, что с ростом давления при разных вещественных составах образцов горных пород значения коэффициента также различны, но закономерно уменьшаются, приближаясь к единице и коррелируя с закрытием трещин. Аналогичная стабилизация изменений коэффициента петрофизической неоднородности на глубине 15-20 км получена при обработке экспериментальных сейсмоплотностных данных. Обнаруженные отклонения от осредненного тренда трещиноватости образуют протяженные локальные аномалии изменений вещественного состава, прослеженные на глубину до 20 км, уверенно коррелирующиеся с разломами по геологическим данным.*

11. Суворов В.Д. Геомеханические условия роста Тянь-Шаня и Алтая / В.Д. Суворов, ..., **Е.А. Мельник** [и др.] // Докл. РАН. – 2017. – Т. 476, № 5. – С. 562–566.

*Соискатель участвовал в обосновании трехслойной блочной модели земной коры и верхов мантии, построенной по сейсмическим данным для проведения численного моделирования напряженно-деформированного состояния среды.*

12. Суворов В.Д. Региональное структурно-тектоническое районирование верхней коры Забайкалья по сейсмогравитационным данным вдоль опорного

профиля 1-СБ [Электронный ресурс] / В.Д. Суворов, **Е.А. Мельник** [и др.] // Геодинамика и тектонофизика. – 2018. – Т. 9, № 2. – С. 439–459.

*Соискателем впервые исследованы возможности метода первых вступлений совместно с закритическими отражениями для изучения разломно-складчатых структур верхней коры Забайкалья (южный участок, профиль 1-СБ) основываясь на использовании решения прямой кинематической задачи сейсмологии в двумерной слоисто-неоднородной среде. Показана высокая корреляция между сейсмическими и приповерхностными геологическими характеристиками верхней коры, свидетельствующая о принципиальной возможности выделения тектонических блоков.*

13. **Беляшов А.В.** Приповерхностные техногенные сейсмические неоднородности в местах проведения подземных ядерных взрывов (Семипалатинский полигон) / **А.В. Беляшов, В.Д. Суворов, Е.А. Мельник** // Геофизические исследования. – 2020. – Т. 21, № 2. – С. 29–47.

*Соискатель участвовал в выборе способа обработки сейсмических данных и подборе модели, максимально соответствующей реальным скоростным условиям района Семипалатинского полигона.*

14. Суворов В.Д. Сейсмическая модель зоны сочленения Сибирского кратона и Верхояно-Колымской складчатой системы (опорный профиль 3-ДВ) / В.Д. Суворов, **Е.А. Мельник** // Физика Земли. – 2021. – № 6. – С.52–67.

*Соискателем с использованием численного моделирования данных МПВ и ГСЗ построена сейсмическая модель земной коры Верхоянья (северо-восточный участок, профиль 3-ДВ), где установлено восточное ограничение Сибирского кратона под углом около  $15^\circ$  погружающееся под кору складчатой системы, где отсутствует характерный для кратона слой повышенной скорости в низах коры, скорость в коре понижена до 6.2 км/с против 6.4 км/с для кратона и скорость на Мохо не превышает 7.9-8.0 в отличие от 8.3-8.4 км/с на кратоне. Модель соответствует представлениям о пассивной континентальной окраине Сибирского кратона, подверженного мезозойской складчатости.*

15. Суворов В.Д. Структура земной коры Алдано-Станового щита по данным МПВ и ГСЗ (южная часть профиля 3-ДВ) [Электронный ресурс] / В.Д. Суворов, **Е.А. Мельник, Е.В. Павлов**// Геодинамика и тектонофизика. – 2023 – Т. 14, № 1. – С. 1–14.

*Соискателем с использованием численного моделирования данных МПВ и ГСЗ (южный участок, профиль 3-ДВ) построена скоростная модель структур Алдано-Станового щита. Выявлено главное структурно-скоростное отличие Алдано-Станового щита от восточной окраины Сибирского кратона, выраженное в пониженной до 6.1-6.3 км/с скорости в верхней коре в сравнении с 6.3-6.5 км/с для Сибирской платформы, а также в существенных различиях в слоисто-блоковой структуре земной коры щита, где земная кора в Становом блоке представлена*

двухслойной моделью, в Алданском блоке – трехслойной, а их зона сочленения (Чульмановская впадина) контролируется ступенеобразным увеличением глубины Мохо от 40 до 50 км.

**Статьи в других рецензируемых научных журналах**

16. Мельник Е.А. Восстановление структуры земной коры Забайкалья по данным глубинных сейсмических исследований / Е.А. Мельник, В.Д. Суворов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2018. – № 12-2 (78). – С. 92–97.

*Соискателем на основе построенной модели верхней коры Забайкалья установлена связь между региональными структурами, выявленными по сейсмическим и по геологическим данным, характеризующая структурно-тектонические блоки различной природы отчетливыми латеральными изменениями скорости и мощности выделенных слоев: наиболее контрастно проявляются приповерхностные высокоскоростные аномалии от 5.2-5.4 км/с для интрузивных массивов и до 5.6-5.7 км/с для гранитогнейсовых купольных структур.*

17. Суворов В.Д. Сейсмоплотностная структура верхней коры Забайкалья (профиль 1-СБ, южный участок) / В.Д. Суворов, Е.В. Павлов, Е.А. Мельник // Естественные и технические науки. – 2019. – № 121. – С. 157–159.

*Соискателем реализован способ комплексирования сейсмических параметров и результатов плотностного моделирования путем изучения корреляционных характеристик между сейсмоплотностным и сейсмическим ускорениями, согласованными с сейсмоплотностной моделью.*

18. Суворов В.Д. Сейсмическая структура верхов земной коры в коллизионной зоне Сибирского кратона и Верхояно-Колымской складчатой системы (профиль 3-ДВ) / В.Д. Суворов, Е.А. Мельник // Естественные и технические науки. – 2019. – № 11. – С. 244–248.

*Соискателем с использованием численного моделирования данных МПВ и ГСЗ (северо-восточный участок, профиль 3-ДВ) построена скоростная модель структур передового Приверхоянского и локального Тылового (совместно с прилегающей частью складчатой области) прогибов, разделенных высокоскоростным массивом Сетте-Дабанской тектонической зоны.*

19. Беляшов А.В. Выявление приповерхностных следов от подземных ядерных взрывов на Семипалатинском полигоне с помощью активного сейсмического метода / А.В. Беляшов, В.Д. Суворов, Е.А. Мельник // Вестник Национального ядерного центра Республики Казахстан. – 2020. – № 3 (83). – С. 105–112.

*Соискателем проведен сравнительный анализ возможностей сейсмотомографического способа построения скоростного разреза и метода прямого лучевого трассирования на примере профильных сейсмических*

*наблюдений, выполненных в месте проведения подземного ядерного взрыва на Семипалатинском испытательном полигоне.*

20. Суворов В.Д. Сейсмоплотностные признаки мезозойской складчатости в земной коре восточной пассивной окраины Сибирского кратона (профиль 3ДВ) / В.Д. Суворов, Е.В. Павлов, **Е.А. Мельник** // Геофизические технологии. – 2022. – № 1. – С. 110–117.

*Соискатель участвовала в обосновании трехслойной для Сибирского кратона и двухслойной для Верхоянья блочной модели земной коры и верхов мантии, построенной по сейсмическим данным, для последующего выполнения сейсмоплотностного моделирования.*

Научные исследования проводились в соответствии с Планами научно-исследовательских работ ИНГГ СО РАН: на 2007-2009 гг. (проект № 7.11.1.2), на 2010-2012 гг. (проект № VII.64.1.1.), на 2013-2016 гг. (проект № VIII.70.1.3), на 2017-2018 гг. (проект ИСГЗ ФАНО 0331-2016-0025), на 2019-2021 гг. (проект ИСГЗ Минобрнауки 0331-2019-0006), на 2022-2024 гг. (проект ИСГЗ Минобрнауки FWZZ-2022-0021). Научные исследования поддерживались грантом Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (МК-4054.2008.5).

Тема диссертации утверждена на заседании Ученого совета ИНГГ СО РАН 23.12.2022 г., протокол № 12.

При экспертизе текста диссертации, публикаций, а также результатов проверки текста системой «Антиплагиат» установлено, что оригинальных блоков в диссертации – 99.55 %, заимствованных источников в диссертации – 0.45 %; цитирования – 0 %; самоцитирования – 0 %. Соискателем сделаны ссылки на все источники заимствования материалов, фактов некорректного цитирования или заимствования без ссылки на других авторов и соавторов в тексте диссертации и автореферате не обнаружено. Сведения, представленные соискателем об опубликованных им работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, достоверны.

Диссертация Мельник Е.А. **«Разномасштабные сейсмические неоднородности земной коры и верхней мантии Сибирского кратона, его восточной и южной окраин»** рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук, так как это научно-квалификационная работа, в которой развиваются интерпретационные подходы к анализу параметров сейсмической информации, определяющие возможность обнаружения аномалий волнового поля в зависимости от детальности и разрешающей способности реализованных систем наблюдений (метода первых вступлений, глубинных сейсмических зондирований и данных мирных ядерных взрывов) при изучении разномасштабной структуры земной коры и верхней мантии Сибирского кратона, его восточной и южной окраин, представленных

сейсмическими неоднородностями, коррелирующимися со структурно-тектоническими приповерхностными характеристиками и их глубинными корнями.

Заключение подготовили специалисты-эксперты: д.т.н. А.Ф. Еманов, д.г.-м.н., В.С. Селезнев, д.ф.-м.н. В.А. Чеверда.

Заключение принято на заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук. Присутствовало на заседании 30 чел. (в т.ч. 1 с правом совещательного голоса). Результаты голосования: «за» – 29 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 5 от 27 июня 2023 г.

Заключение оформила:

Ученый секретарь,  
к.т.н.



М.И. Шумская