



NEW SEISMIC DATA ON THE EURASIAN–AMURIAN LITHOSPHERIC PLATE BOUNDARY IN THE EAST OF RUSSIA (ALONG THE 1-SB AND 3-DV REFERENCE PROFILES)

V.M. Solovyev ¹✉, V.S. Seleznev ², A.S. Salnikov ³, A.V. Liseikin ², T.V. Kashybina ⁴,
V.V. Chechelnitzsky ⁵, A.E. Shenmayer ¹, N.A. Galeva ¹

¹Altai-Sayan Branch of the Geophysical Survey, Russian Academy of Sciences, 3 Academician Koptyug Ave, Novosibirsk 630090, Russia

²Seismological Branch of the Geophysical Survey, Russian Academy of Sciences, 3 Academician Koptyug Ave, Novosibirsk 630090, Russia

³Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 3 Academician Koptyug Ave, Novosibirsk 630090, Russia

⁴Karpinsky Russian Geological Research Institute, 74 Sredny Ave, Saint Petersburg, 199106, Russia

⁵Baikal Branch of the Geophysical Survey, Russian Academy of Sciences, 128 Lermontov St, Irkutsk 664033, Russia

ABSTRACT. The modern geodynamics and seismicity of the Far Eastern region are largely determined by the interaction of the Eurasian, Pacific and North American plates, as well as by that of smaller Amurian and Okhotsk plates. Well-known studies of the configuration and position of boundaries using geological methods are currently supplemented by the results of potential geophysical fields, seismology and space geodesy data interpretation. But despite the abundance of available information, there is ambiguity in location of interplate junction boundaries, particularly of the Amurian and Okhotsk plates, which makes it necessary to use new additional information about plate junction zones. The past two-decade deep seismic surveys along the reference geological and geophysical profiles make it possible to clarify the relationship between plate displacements and the deep structure of the Far East region. The comparison was made between the results of seismological and deep seismic sounding (DSS) (on the 1-SB and 3-DV reference geophysical profiles) and the existing geodynamic models in the Eurasian and Amurian lithospheric plates junction area. The confirmation has been provided for the earlier obtained seismic criteria of the boundaries in the Eurasian, Okhotsk and North American plates junction area, which involve a small crustal thickness (37–42 km), low boundary velocity along the Moho (7.85 to 8.0 km/s) and a reduced average (effective) velocity of longitudinal waves in the earth's crust (~6.3 km/s). The Eurasian and Amurian plates junction area along the 1-SB and 3-DV reference profiles is a wide stress zone with a maximum number of earthquakes, a maximum total released energy indicator and smaller hypocentral depths. The CDPM-based deep seismotomographic sections in this zone show an extremely heterogeneous middle crust, as well as poor reflections in the lower crust and in the Moho section.

KEYWORDS: lithospheric plates; DSS profile; P- and S-wave velocities and P- and S-wave velocity ratios; deep seismic section, seismicity

FUNDING: The study was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation on state assignment No. 075-00609-26 using the data obtained with LSRF "Seismic infrasound array for monitoring Arctic cryolitozone and continuous seismic monitoring of the Russian Federation, neighbouring territories and the world" (<https://ckp-rf.ru/usu/507436/>, <http://www.gsras.ru/unu/>), as well as with the support of the BSR project No. FWZZ-2026-0050 "Seismogravitational heterogeneities in the earth's crust of Siberia due to its stress state and seismic features; development of interactive computing multi-scale seismic structural velocity modeling technologies".



EDN: UFRAOI

RESEARCH ARTICLE

Correspondence: Victor M. Solovyev, solov@gs.nsc.ru

Received: February 5, 2026

Revised: April 10, 2026

Accepted: April 14, 2026

FOR CITATION: Solovyev V.M., Seleznev V.S., Salnikov A.S., Liseikin A.V., Kashybina T.V., Chechelnitzsky V.V., Shenmayer A.E., Galyova N.A., 2026. New Seismic Data on the Eurasian–Amurian Lithospheric Plate Boundary in the East of Russia (Along the 1-SB and 3-DV Reference Profiles). *Geodynamics & Tectonophysics* 17 (3), 0893. doi:10.5800/GT-2026-17-3-0893

НОВЫЕ СЕЙСМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О ГРАНИЦЕ ЕВРАЗИЙСКОЙ И АМУРСКОЙ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ НА ВОСТОКЕ РОССИИ (В СТВЕРЕ ОПОРНЫХ ПРОФИЛЕЙ 1-СБ И 3-ДВ)

В.М. Соловьев¹, В.С. Селезнев², А.С. Сальников³, А.В. Лисейкин², Т.В. Кашубина⁴,
В.В. Чечельницкий⁵, А.Е. Шенмайер¹, Н.А. Галёва¹

¹ Алтае-Саянский филиал ФИЦ ЕГС РАН, 630090, Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, Россия

² Сейсмологический филиал ФИЦ ЕГС РАН, 630090, Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, Россия

³ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, 630090, Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, Россия

⁴ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, 199106, Санкт-Петербург, пр-т Средний, 74, Россия

⁵ Байкальский филиал ФИЦ ЕГС РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия

АННОТАЦИЯ. Современная геодинамика и сейсмичность Дальневосточного региона в значительной мере определяются взаимодействием Евразийской, Тихоокеанской, Северо-Американской, а также меньших по размерам Амурской и Охотоморской плит. Известные исследования конфигурации и положения границ геологическими методами в настоящее время дополнены результатами интерпретации потенциальных геофизических полей, сейсмологии и космической геодезии. Несмотря на обилие имеющейся информации, существует неоднозначность в местоположении границ сочленения плит, в особенности Амурской и Охотоморской, что делает актуальным использование новой дополнительной информации о зонах сочленения. Проведенные в последние два десятилетия глубинные сейсмические исследования на опорных геолого-геофизических профилях позволяют установить связь плитных смещений и глубинной структуры региона Дальнего Востока. Проведено сопоставление результатов сейсмологических исследований и глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) (на опорных геофизических профилях 1-СБ и 3-ДВ) с существующими геодинамическими построениями в области сочленения Евразийской и Амурской литосферных плит. Подтверждены установленные ранее в области сочленения Евразийской, Охотоморской и Северо-Американской плит сейсмические критерии границ, заключающиеся в небольшой мощности земной коры (37–42 км), низких значениях скорости по границе Мохо (от 7.85 до 8.0 км/с) и пониженном значении средней (эффективной) скорости продольных волн в земной коре (~6.3 км/с). В створе опорных профилей 1-СБ и 8-ДВ область сочленения Евразийской и Амурской плит представляет собой широкую напряженную зону с максимальным количеством землетрясений, максимумом показателя полной выделенной энергии и пониженной глубиной гипоцентров землетрясений. На глубинных сейсмотомографических разрезах по материалам глубинного МОГТ в данной зоне отмечается чрезвычайно неоднородная средняя кора, снижение контрастности отражений в низах коры и разделе Мохоровичича.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: литосферные плиты; профиль ГСЗ; скорости Р- и S-волн и их отношения; глубинный сейсмический разрез; сейсмичность

ФИНАНСИРОВАНИЕ: Исследование проведено при поддержке Минобрнауки РФ в рамках госзадания № 075-00609-26 с использованием данных, полученных на УНУ «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий и мира» (<https://ckp-rf.ru/usu/507436/>, <http://www.gsras.ru/unu/>), а также в рамках проекта ФНИ № FWZZ-2026-0050 «Сейсмогравитационные неоднородности земной коры Сибири в связи с ее напряженным состоянием, признаками сейсмичности и разработка интерактивных вычислительных технологий построения разномасштабных структурно-скоростных сейсмических моделей».

1. ВВЕДЕНИЕ

Современная геодинамика и сейсмичность Дальневосточного региона в значительной мере определяются взаимодействием Евразийской, Тихоокеанской, Северо-Американской, а также меньших по размерам Амурской и Охотоморской плит [Tectonics..., 2005; Kha-in, 1994; Dobretsov et al., 2001; Shevchenko, Kaplun, 2005, 2007; Zonenshain, Savostin, 1979; Timofeev et al., 2012; Ashurkov et al., 2011; Gatinsky, Rundqvist, 2004; Imaev et al., 2003; Bird, 2003; Argus et al., 2011; Solovyev et al., 2024b]. Для двух последних плит конфигурация и по-

ложение границ являются предметом активного изучения. Известные исследования геологическими методами в настоящее время дополнены данными потенциальных геофизических полей и сейсмологии [Khain, 1994; Dobretsov et al., 2001; Stogny G.A., Stogny V.V., 2016; Mackey et al., 2010; Didenko et al., 2025]. Новые факты получены с помощью активно развивающихся методов космической геодезии [Ashurkov et al., 2011; Calais et al., 2006; Timofeev et al., 2012; Gatinsky et al., 2008; Li et al., 2020; Melnik, Steblov, 2024; Altamimi et al., 2017]. При определении положения границ плит учитывается

большой набор признаков границ: геологические (конфигурация, палеонтологическая информация, особенности разломных структур), распределение возраста пород, полосовых магнитных аномалий и теплового потока, «молодой» базальтовый вулканизм, особенности глубинной структуры и рельефа, сейсмичность.

Несмотря на обилие имеющейся информации, существует неоднозначность в местоположении границ сочленения плит, которая и делает актуальным использование новых данных об этой области.

Сейсмические исследования с искусственными источниками предоставляют прямую информацию о распространении сейсмических волн через земную кору и верхнюю мантию. Анализ скоростей сейсмических волн, их затухания и рассеяния позволяет создавать модели строения литосферы, выявлять зоны пониженных скоростей, связанные с наличием расплавленных пород или флюидов, а также определять глубину залегания и характер разрывных нарушений [Gamburtsev, 1952; Weizman et al., 1960; Puzyrev et al., 1975; Krylov et al., 1993].

К началу третьего тысячелетия Дальневосточный регион был наименее изученным глубинными сейсмическими исследованиями. Зона сочленения Амурской плиты с Евразийской была пересечена всего одним геотраверсом «Базальт» в 1993 г. [Reference..., 2013]. Опорные профили нового поколения 3-ДВ и 1-СБ, на которых выполнялся широкий круг геолого-геофизических исследований (сейсморазведка методом общей глубинной точки (МОГТ), корреляционным методом преломленных волн (КМПВ), глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ), магнитотеллурические зондирования, литогазогеохимическая съемка, изучение потенциальных полей), были выполнены в 2008–2016 гг. [Serzhantov et al., 2013; Kashubin et al., 2016]. Первые публикации о результатах изучения земной коры и верхов мантии сейсмическими методами (метод общей глубинной точки (МОГТ) и ГСЗ) появились в двадцатых годах нынешнего тысячелетия [Seleznev et al., 2013; Solovyev et al., 2016; Goshko et al., 2013, 2018]. Соответственно, эта информация ранее не использовалась при определении набора признаков границ Амурской и Евразийской литосферных плит.

Таким образом, комплексный подход, объединяющий геологические, геофизические и геодезические методы, позволит изучить тектоническое строение и сейсмическую активность Дальневосточного региона. Их совместное применение открывает новые горизонты в понимании динамики земной коры и верхней мантии для более точного определения границы литосферных плит, в том числе таких как Евразийская и Амурская, и позволяет прогнозировать их поведение в условиях глобальных тектонических процессов.

Проведенные в последние два десятилетия глубинные сейсмические исследования на опорных геолого-геофизических профилях (рис. 1, профили 2-ДВ, 2-ДВ-А, 3-ДВ, 1-СБ и 8-ДВ) позволяют прояснить связь плитных смещений и глубинной структуры региона Даль-

него Востока. На ряде участков опорными профилями пересекаются области сочленения крупнейших литосферных плит. Выполненные исследования дали значительный объем информации для изучения земной коры и мантии, в том числе и верхней неоднородной части разреза, в областях сочленения Евразийской, Северо-Американской, Охотоморской и Амурской литосферных плит. Как показано в работе [Solovyev et al., 2016], оценка мощности земной коры и ее скоростных параметров очень важна при анализе и выделении границ плит, что показывает большое значение глубинных сейсмических методов в геодинамических исследованиях.

Основная цель статьи – представить дополнительные данные о глубинном строении земной коры и верхов мантии, их неоднородностях, которые присущи зонам сочленения литосферных плит. Сопоставление результатов сейсмологии и ГСЗ с существующими геодинамическими построениями в области сочленения Евразийской и Амурской литосферных плит проводилось по материалам в створе опорных геофизических профилей 1-СБ и 3-ДВ (рис. 1, 2).

Ранее в створе опорных профилей 2-ДВ и 3-ДВ (северо-восточный участок) изучались области сочленения Евразийской, Охотоморской и Северо-Американской плит. Были установлены критерии областей сочленения, заключающиеся в небольшой мощности земной коры, пониженных значениях граничной скорости по границе Мохо и средней (эффективной) скорости продольных волн в земной коре, а также повышенной сейсмичности в широкой зоне сочленения [Solovyev et al., 2013, 2016].

2. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПОЛОЖЕНИИ СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЫ АМУРСКОЙ ПЛИТЫ НА УЧАСТКЕ СОЧЛЕНЕНИЯ ЕЕ С ЕВРАЗИЙСКОЙ ПЛИТОЙ

Современное положение литосферных плит, их строение, очертания и границы формируются в течение сотен миллионов лет. По мнению исследователей, Амурская литосферная плита представляет собой аккреционное образование разновозрастных орогенных поясов и докембрийских микроконтинентов, которые принадлежат как к Центрально-Азиатскому складчатому поясу (западная и центральная часть плиты), так и к Тихоокеанскому подвижному поясу (восточная часть) [Tectonics..., 2005; Shevchenko, Kaplun, 2007; Rasskazov et al., 2014]. В качестве единого тектонического элемента ее образование относят к средней юре (время закрытия Монголо-Охотского палеобассейна) [Didenko et al., 2010]. Область ее сопряжения с Евразийской плитой представляет собой транзитную зону, состоящую из подвижных тектонических блоков, ограниченных сейсмоактивными разломами. Точное положение границы к настоящему времени неоднозначно среди значительного количества исследователей [Ashurkov et al., 2011; Calais et al., 2006; Sherman et al., 1984; Imayev et al., 2003; Zonenshain et al., 1979; и др.]. В работе



Рис. 1. Схема глубинных вибросейсмических исследований на опорных геофизических профилях на востоке России. 1 – опорные профили и их названия; 2 – геотравессы и их названия. На врезке – границы пересекаемых профилями ГСЗ крупнейших литосферных плит по [Argus et al., 2011]: Eurasia – Евразийская, America North – Северо-Американская, Amur – Амурская, Sunda – Зондская, India – Индостанская, Pacific – Тихоокеанская, YA – Янцзыйская, PS – Филиппинская, ОК – Охотоморская.

Fig. 1. Scheme of deep vibroseismic survey along reference geophysical profiles in the East of Russia. 1 – reference profiles and their names; 2 – geotraverses and their names. Inset shows the boundaries of the largest lithospheric plates intersected by DSS profiles after [Argus et al., 2011]: Eurasia – Eurasian, America North – North American, Amur – Amurian, Sunda – Sunda, India – Hindustani, Pacific – Pacific, YA – Yangtze, PS – Philippines, ОК – Okhotsk.

[Ashurkov et al., 2011] приведен рисунок с десятью вариантами проведения границы Амурской плиты по опубликованным данным разных авторов. Касательно северной границы плиты достаточно близкая ее трассировка отмечается практически у всех авторов на участке Байкальской рифтовой зоны (БРЗ); восточнее расхождение в положении границы на отдельных участках у разных авторов составляет 300 км и более (рис. 2). Как отмечено в работе [Ashurkov et al., 2011], многие исследователи проводят здесь границу вдоль северной ветви Станового сейсмического пояса [Zonenshain, Savostin, 1981; Wei, Seno, 1998; Bird, 2003; Gatinsky, Rundqvist, 2004]. В работах [Sherman et al., 1984; Petit, Fournier, 2005] межплитная граница проходит от Удской губы Охотского моря по югу Алданского

щита, затем вдоль группы впадин северо-восточного фланга БРЗ. В работе [Imaev et al., 2003] исследователи полагают, что межплитная граница представлена буферной зоной сейсмоактивных структур, северная граница которой соответствует Олекмо-Становому сейсмическому поясу, а южная – Монголо-Охотскому разлому. Буферная зона, по их модели, представлена в виде отдельных блоков (Забайкальского и Станового), при этом последний испытывает вращение против часовой стрелки. Забайкальский блок смещается на юго-восток, а Амурская плита в северо-восточном направлении. Представленное выше различие в картировании северной границы Амурской плиты восточнее ~122-го меридиана до Удской губы объясняется уменьшением (снижением) выраженности главного маркера плит,

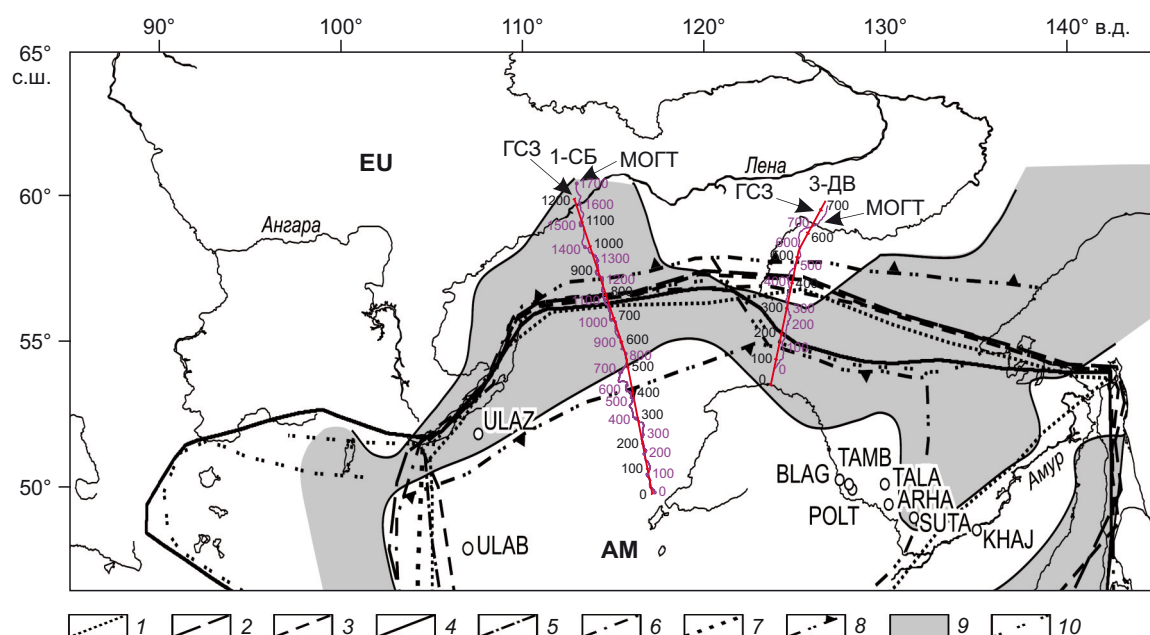


Рис. 2. Фрагмент рисунка с вариантами проведения границы Амурской плиты по опубликованным данным из работы [Ashurkov et al., 2011, рис. 1], с дополнениями:

1 – [Gatinsky, Rundqvist, 2004], 2 – [Wei, Seno, 1998], 3 – [Bird, 2003; Argus et al., 2011], 4 – [Petit, Fournier, 2005], 5 – [Jin et al., 2007], 6 – [Zonenshain et al., 1979], 7 – [Heki et al., 1999], 8 – [Imaev et al., 2000, 2003], 9 – [Malyshev et al., 2007], 10 – [Sherman et al., 1984]. EU – Евразийская плита, AM – Амурская плита. На рисунок нанесены опорные профили 1-СБ и 3-ДВ (красный цвет – ГСЗ, фиолетовый – МОГТ).

Fig. 2. Fragment of the figure with versions of drawing the Amurian Plate boundary based on the published data from article [Ashurkov et al., 2011, Fig. 1], with additions:

1 – [Gatinsky, Rundqvist, 2004], 2 – [Wei, Seno, 1998], 3 – [Bird, 2003; Argus et al., 2011], 4 – [Petit, Fournier, 2005], 5 – [Jin et al., 2007], 6 – [Zonenshain et al., 1979], 7 – [Heki et al., 1999], 8 – [Imaev et al., 2000, 2003], 9 – [Malyshev et al., 2007], 10 – [Sherman et al., 1984]. EU – Eurasian Plate, AM – Amur Plate. The figure shows the 1-SB and 3-DV reference profiles (red color – DSS, purple – CDPM).

к которому относят сейсмичность, а точнее наличие явно выраженных сейсмоактивных разломов, являющихся маркерами делимости литосферы на блоки различной жесткости [Gatinsky et al., 2008]. В отличие от узкой Байкальской рифтовой зоны с повышенной сейсмичностью и энергией землетрясений в пределах Олекмо-Становой сеймотектонической зоны отмечается широкая полоса более слабых землетрясений с меньшим ежегодным количеством. Так, согласно [Imaev et al., 2005, с. 24] «...в Байкальской рифтовой зоне ежегодно происходит более 2000 землетрясений с энергетическим классом $K > 8$, в то время как в Олекмо-Становой зоне число таких событий в год не превышает 500 [Bulletin..., 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977]».

Максимальные землетрясения с магнитудой до 7.8 также зарегистрированы в Байкальском рифте (Муйское землетрясение 1957 г. с $M=7.6$, Моготское землетрясение 1967 г. с $M=7.8$ [New Catalog..., 1977], в то время как в Олекмо-Становой зоне наибольшая магнитуда не превышает 6.5–7.0 (Тас-Юряхское землетрясение 1967 г. с $M=7.0$, Южно-Якутское 1989 г. с $M=6.6$, Ньюжинское 1958 г. с $M=6.6$ [Imaev et al., 2000; Makarov, Kozmin, 2024]).

Спутниковые технологии (GPS-геодезия) являются на настоящий момент основным средством исследования движений и деформаций в пределах внутри-

континентальных районов Азии. В работе [Ashurkov et al., 2011] по результатам исследований 2001–2007 гг. на шести пунктах геодезической сети на Амуро-Зейском геодинамическом полигоне в рамках кинематической модели, описывающей движение Евразийской и Амурской плит, на 99%-ном доверительном уровне доказано их существование как независимых тектонических единиц. Полученная модель в целом соответствует геолого-геофизическим данным о напряженном состоянии и кинематике разломов на Байкало-Становой границе Амурской плиты и подтверждает смену обстановки растяжения в БРЗ на режим сжатия в Олекмо-Становой и Тукурингро-Джагдинской сейсмических зонах. Саму же северную границу Амурской плиты на данном этапе четко определить по кинематическим параметрам, как следует из последующих геодезических измерений на более плотной сети из 22 станций в Верхнем Приамурье [Zhizherin, 2021, с. 13], не представляется возможным. В редакции автора предполагается, что «она представляет собой довольно обширный участок, заключенный между Становым и Южно-Тукурингрским разломами, в пределах которого происходит некогерентное изменение векторов скорости точек, принадлежащих Евразийской плите, к векторам, характеризующим Амурскую микроплиту».

Современные представления об области сочленения на уровне кора – мантия также имеют различную трактовку у разных исследователей. В рамках построенной геолого-геофизической модели области сочленения плит авторы работы [Shevchenko, Kaplun, 2007] считают характер сочленения литосферных плит в настоящий момент надвиго-поддвиговым с падением границы сочленения на юг; в коллизионный период исследователями отмечается существование как минимум одной инверсионной смены направлений горизонтальных и вертикальных перемещений блоков литосферы, что отражает наличие в модели разнонаправленных наклонных границ в верхней наиболее хрупкой части земной коры.

В другой модели [Stogny G.A., Stogny V.V., 2016] область взаимодействия Евразийской и Амурской литосферных плит в Олекмо-Становой сейсмотектонической зоне проходит по Каларо-Чогарскому разлому, трассирующемуся на поверхности протяженным Становым мезозойским поясом гранитоидов. Эта модель в мезозойский тектономагматический этап предполагает наличие на уровне верхней части земной коры (0–15 км) растяжение, а на уровне нижней (15–50 км) коры – сжатие, что создает разные сейсмогеодинамические условия на всех уровнях земной коры.

3. СЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЕВРАЗИЙСКОЙ И АМУРСКОЙ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ

3.1. Сейсмические исследования области сочленения плит в створе профиля 1-СБ

В восточной части Байкальской рифтовой зоны в разные годы выполнен ряд протяженных профилей ГСЗ (см. рис. 1; рис. 3) [Krylov et al., 1981, 1993; Solovyev et al., 2023a, 2023b]. Профили ГСЗ 1976 и 2020 гг. в субширотном, а профиль 1-СБ (2015 г.) в субмеридио-

нальном направлении пересекают область сочленения Евразийской и Амурской плит. Наиболее детальные данные получены на опорных профилях 1-СБ и 8-ДВ (расстановка 9). Расстояния между источниками возбуждения составляли 25–35 км, между приемными станциями (Байкал, РОСА-А с четырехканальными косами) с вертикальными приборами – 5–8 км и 20 км – с трехкомпонентными приборами. В качестве источников возбуждения на профилях применялись рассредоточенные на небольшой площади озера (или болот) взрывы общей массой 3–5 т; на профиле 1-СБ возбуждение осуществляли также группы мощных 40-тонных вибраторов. Максимальная дальность регистрации достигала 300–400 км. Более разреженные системы наблюдений были получены в 1976 г. на профиле ГСЗ Нижнеангарск – Муя – Чара.

Интерпретация данных продольных волн на профилях проводилась традиционными в ГСЗ способами [Krylov et al., 1993; Puzyrev et al., 1975; Solovyev et al., 2014]. Были построены годографы преломленных и отраженных от границы Мохоровичича рефрагированных Р-волн, увязанные во взаимных точках. По данным рефрагированных волн рассчитаны томографические разрезы земной коры до глубины 15–25 км. По данным преломленных и отраженных от границы М продольных волн определялась средняя (эффективная) скорость Р-волн в земной коре, положение поверхности Мохоровичича и распределение вдоль нее значений граничной скорости преломленных волн. На профиле 1-СБ и расстановке 9 профиля 8-ДВ верхняя часть разреза построена также по данным поперечных волн.

Работы ГСЗ в створе опорных профилей выполнялись в рамках методики точечных сейсмических зондирований [Puzyrev et al., 1975; Krylov et al., 1993]. Согласно оценкам восстановления параметров среды в

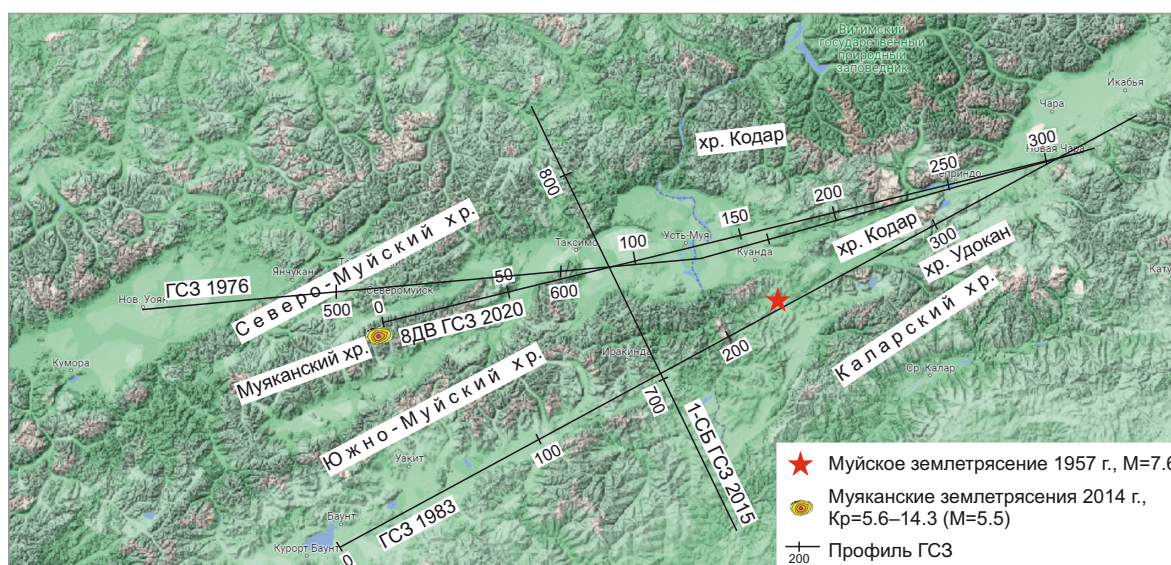


Рис. 3. Схема профилей ГСЗ на северо-восточном фланге БРЗ.

Fig. 3. Scheme of the DSS profiles on the north-eastern flank of the BRZ.

рамках методики рекогносцировочных глубинных сейсмических зондирований, точность определения скоростей в глубинном разрезе составляет ± 0.1 км/с, а границ $\sim 3\%$ от глубины [Puzyrev et al., 1975; Krylov et al., 1993].

Ниже освещены особенности фрагментов разрезов этих профилей относительно зоны сочленения литосферных плит, главным образом фрагмента профиля 1-СБ, пересекающего границу плит.

По данным ГСЗ на профиле 1-СБ в области сочленения Евразийской и Амурской литосферных плит на участке $X=750-790$ км (см. рис. 2) выделяется подъем границы Мохоровичича (с амплитудой до 7 км), уменьшение средних скоростей Р- и S-волн в земной коре соответственно до 6.35–6.45 и 3.65–3.70 км/с (рис. 4) [Solovyev et al., 2017, 2023b]. Небольшие глубины до границы М в 38–42 км и низкие значения скоростей в 6.30–6.35 км/с в земной коре установлены также на субширотных профилях, фактически в полосе границы плит [Krylov et al., 1981; Solovyev et al., 2023a].

В пределах обширной зоны $X=725-820$ км профиля 1-СБ отмечается повышенный сейсмический шум (в том числе и на высоких частотах в 30–45 Гц), который может быть связан с повышенной сейсмичностью. К особенностям сейсмического строения, не характерным для зон сочленения плит [Solovyev et al., 2013, 2014, 2016] (а также рифтовых впадин [Krylov et al., 1981]), относятся установленные высокие скорости на границе Мохоровичича в пределах выделенного блока на участке $X=720-820$ км, в так называемой геологами

Муйской глыбе [Korol'kov, 2007a, 2007b; Shatsky et al., 2012; Skuzovatov et al., 2016] (скорости Р- и S-волн соответственно в 8.35 ± 0.2 и 4.85 ± 0.05 км/с). Необходимо отметить, что данный блок выделялся и ранее на субширотном профиле Нижнеангарск – Муя – Чара 1976 г. (чуть с меньшими значениями скорости, 8,2 км/с) [Krylov et al., 1981] и субширотном профиле 8-ДВ (расстановка 9) со значениями скорости в 8.1 ± 0.1 км/с. С западной и восточной стороны от блока на субширотных профилях скорость продольных волн имела пониженные значения, 7.8–7.9 км/с, как и в целом во всей рифтовой зоне [Krylov et al., 1981, 1993; Solovyev et al., 2020]. Сейсмическими исследованиями на опорном геолого-геофизическом профиле 1-СБ и площадными сейсмологическими исследованиями в Прибайкалье и в юго-восточной части Забайкалья в верхней мантии по данным Р- и S-волн выделен высокоскоростной мантийный блок с поперечными размерами около 600×600 км [Solovyev et al., 2017, 2020, 2023b]. Скорости Р- и S-волн по границе М в его пределах повышены соответственно до 8.40–8.45 и 4.80–4.85 км/с. Анализ геолого-геофизических и геодинамических сведений по району исследований [Korol'kov, 2007b; Shatsky et al., 2012; Skuzovatov et al., 2016] позволяет высказать предположение, что выделенный по данным сейсмологии и ГСЗ высокоскоростной слой в верхней мантии в юго-восточной части Забайкалья является пластиной эклогитов (или эклогитоподобных пород) в районе Монголо-Охотского орогенного пояса. Относительно небольшие размеры высокоскоростного блока на мантии на

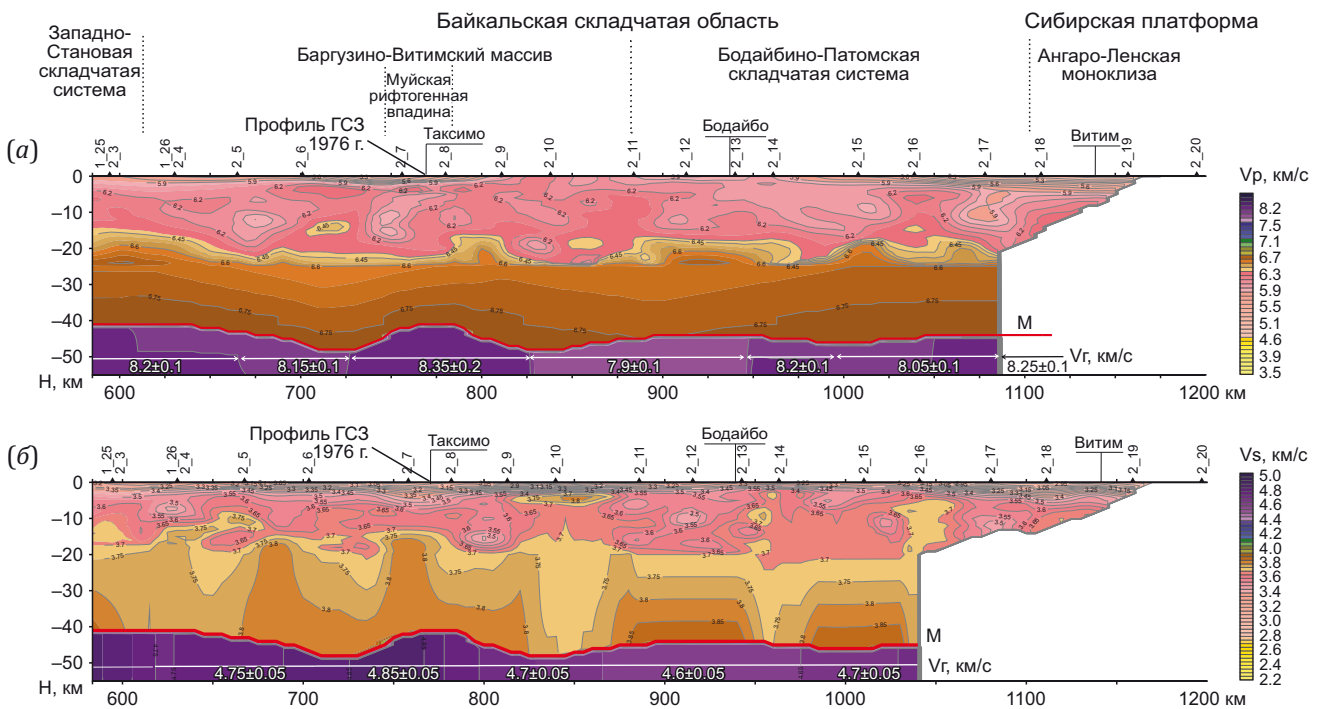


Рис. 4. Глубинные сейсмические разрезы по данным продольных (а) и поперечных волн (б) на фрагменте профиля 1-СБ в области сочленения Евразийской и Амурской литосферных плит ($X_{ГСЗ}=750-790$ км) [Solovyev et al., 2023b].

Fig. 4. Deep seismic sections from the longitudinal (a) and transverse wave (b) data on a fragment of the 1-SB profile in the Eurasian and Amurian lithospheric plates junction area ($K_{DSS}=750-790$ km) [Solovyev et al., 2023b].

участке Муйской глыбы (~100 км) в области сочленения плит и более низкие значения скоростей, чем в выделенном в юго-восточной части Забайкалья слое эклогитоподобных пород, позволяют предположить, что слой в мантии на участке Муйской глыбы является «останцом» некогда большого блока также эклогитоподобных пород, уменьшившегося под влиянием высоких температур в зоне рифтогенеза.

Область сочленения Евразийской и Амурской литосферных плит на разрезах ГСЗ отмечается повышенной неоднородностью в верхней и средней части земной коры в значениях скоростей Р- и S-волн, их отношениях, коэффициенте Пуассона и фиктивной скорости K^* (рис. 4, 5, 6).

Контраст сейсмических аномалий по ряду параметров на фрагментах профилей в сопредельных блоках кристаллической коры в зоне сочленения плит на глубине 5–15 км достигает большой величины – 20–40 % (см. рис. 5).

Неоднородности строения земной коры и верхов мантии находят отражение и в сейсмических материалах, полученных по методу многократных перекрытий отраженными волнами (МОГТ). В глубинном (энергетическом) разрезе МОГТ [Goshko et al., 2018] в рассматриваемой зоне отмечается пропадание сейсмической расслоенности нижней коры и снижение качества отражений на уровне границы Мохоровичича (рис. 7).

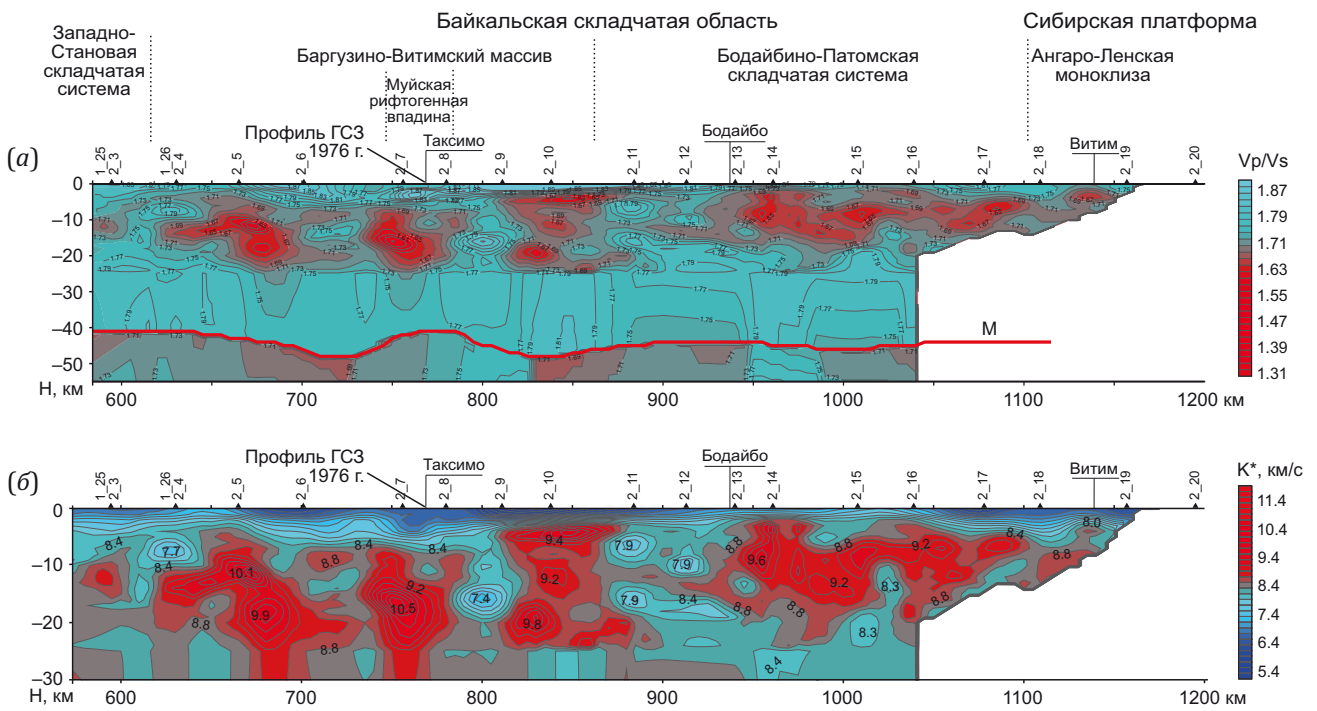


Рис. 5. К анализу глубинного строения на профиле 1-СБ. Распределение отношений V_p/V_s (a) и параметра $K^*=V_p/(\gamma-1)$ (где $\gamma=V_p/V_s$) (б) в земной коре на профиле 1-СБ [Solovyev et al., 2023b].

Fig. 5. To the analysis of the deep structure on the 1-SB profile. Distribution of the V_p/V_s ratios (a) and the parameter $K^*=V_p/(\gamma-1)$ (where $\gamma=V_p/V_s$) (b) in the earth's crust on the 1-SB profile [Solovyev et al., 2023b].

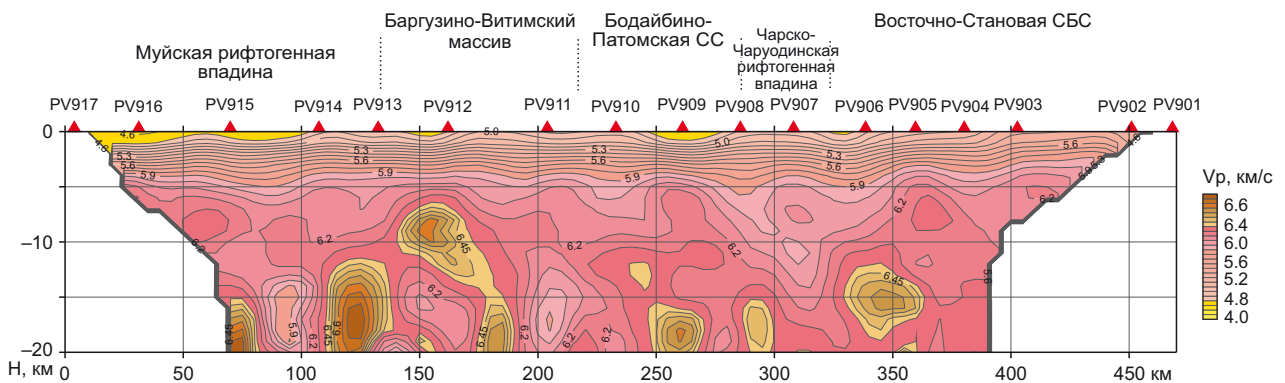


Рис. 6. Томографический разрез верхней части земной коры на расстановке 9 опорного профиля 8-ДВ [Solovyev et al., 2024a].

Fig. 6. Tomographic section of the upper part of the earth's crust in position 9 of 8-DV reference profile [Solovyev et al., 2024a].

Необходимо отметить два момента. Во-первых, тектоническая интерпретация разрезов МОГТ здесь и далее дана в авторском варианте. Во-вторых, километраж на разрезах МОГТ ведется вдоль криволинейных профилей, а на разрезах ГСЗ вдоль прямых линий. Следовательно, они будут разными. Их соответствие друг другу можно увидеть на рис. 2, где приведены трассы

МОГТ и ГСЗ для каждого из опорных профилей 1-СБ и 3-ДВ.

По данным сейсмологии область сочленения Евразийской и Амурской литосферных плит в Забайкалье маркируется по сейсмичности Байкальской рифтовой зоны. Наиболее сейсмичной является северо-восточная часть БРЗ, где в 1957 г. произошло крупнейшее для

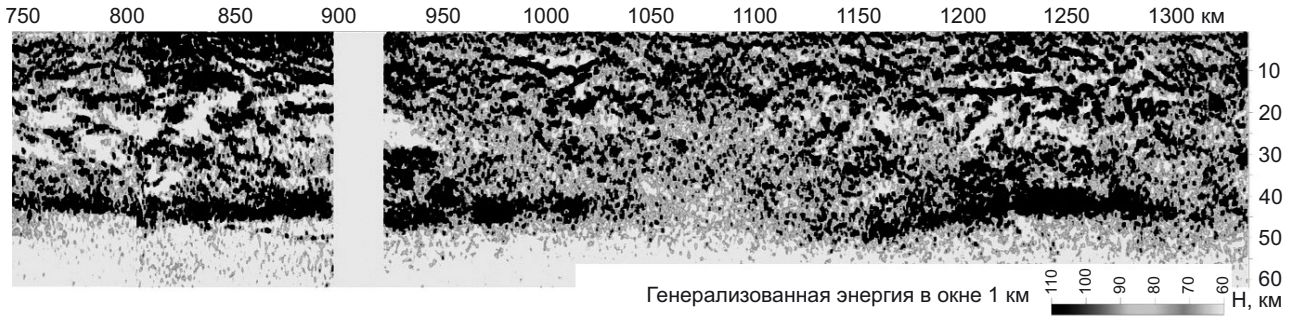


Рис. 7. Энергетический временной разрез по данным МОГТ на опорном профиле 1-СБ [Goshko et al., 2018]. Область сочленения плит на участке $X_{\text{МОГТ}}=1060-1100$ км, $X_{\text{ГСЗ}}=750-790$ км.

Fig. 7. Energy time sections from the CDMP data on the 1-SB reference profile [Goshko et al., 2018]. The plate junction area at a site $X_{\text{CDPM}}=1060-1100$ км, $X_{\text{DSS}}=750-790$ км.

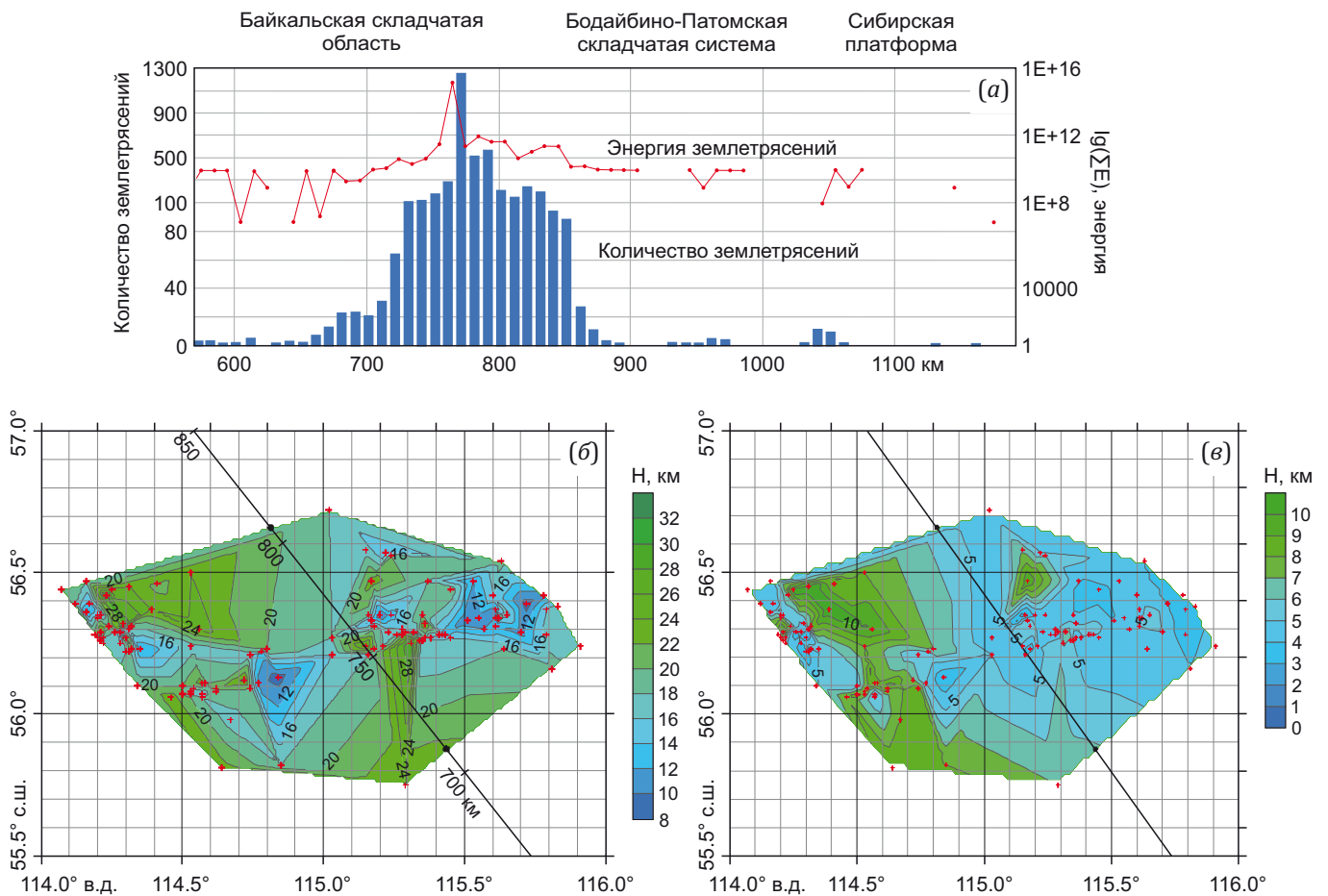


Рис. 8. Распределение количества и энергии землетрясений (а) [Solovyev et al., 2023b], глубин гипоцентров (б) и ошибок в их определении (в) в створе профиля 1-СБ в области сочленения Евразийской и Амурской литосферных плит.

Fig. 8. Distribution of the number and energy of earthquakes (a) [Solovyev et al., 2023b], hypocentral depths (б) and their determination errors (в) along the 1-SB profile in the Eurasian and Amurian lithospheric plates junction area.

всей территории Прибайкалья и Забайкалья Муйское землетрясение с магнитудой 7.6 и интенсивностью сотрясений 10 баллов. Земная кора региона находится в условиях растяжения [New Catalog..., 1977]. При анализе сейсмичности зоны сочленения плит из базы данных Байкальского филиала ФИЦ ЕГС РАН в 50-километровой полосе профиля 1-СБ в пределах Байкальской рифтовой зоны было выбрано около 4200 землетрясений с M от 1.4 до 6.2 за 40-летний период наблюдений с 1975–2014 гг. (рис. 8, а). В створе профиля 1-СБ участок зоны сочленения ($X=720-830$ км) отмечается повышенным количеством землетрясений и повышенной энергией (рис. 8, а) [Solovyev et al., 2023b]. Для анализа глубин очагов землетрясений были отобраны данные 122 землетрясений, у которых среднеквадратичная ошибка определения глубин гипоцентров не превышала $\pm(5-6)$ км (рис. 8, б). Отмечается уменьшение глубины гипоцентров до 10–12 км в центральной части зоны $X=750-770$ км по сравнению с 20–24 км на сопредельных участках (рис. 8, б). Из представленных рисунков с распределением глубин землетрясений (рис. 8, б) и ошибок (рис. 8, в) видно, что различие глубин гипоцентров в центральной зоне и сопредельных участков практически в два раза превышает среднюю ошибку определения глубин, что позволяет считать достоверным вывод об уменьшении глубин гипоцентров землетрясений в зоне сочленения плит.

Установлена приуроченность зон повышенной сейсмичности к блокам верхней и средней коры на глубине 8–20 км с неоднородным скоростным строением по данным разнополяризованных Р- и S-волн [Solovyev et al., 2023b].

С учетом всех данных по глубинному строению на разрезах ГСЗ, МОГТ, распределению вторичных параметров среды и сейсмичности наиболее вероятным центральным участком сочленения Евразийской и Амурской литосферных плит в створе профиля 1-СБ является участок $X=760-780$ км по пикетажу ГСЗ (см. рис. 2, 3, 4; рис. 8) и 1070–1090 км по километражу МОГТ (см. рис. 2, 7).

Выделенный участок практически совпадает с контуром положения границы сочленения на рис. 2 у большинства исследователей [Gatinsky, Rundqvist, 2004; Wei, Seno, 1998; Bird, 2003; Petit, Fournier, 2005; Zonenshain et al., 1979; Sherman et al., 1984] за исключением линии положения, где северная граница буферной зоны между плитами (Забайкальский блок) проходит фактически по северному ограничению БРЗ в области сочленения Байкальской складчатой области с Бодайбино-Патомской складчатой системой [Imaev et al., 2003; Solonenko, 1968] (см. рис. 2, а, $X\approx 860$ км), а южная граница Забайкальского блока трассируется по Монголо-Охотскому разлому (рис. 2, $X\approx 420$ км).

3.2. Сейсмические исследования области сочленения плит в створе профиля 3-ДВ

Глубинное строение. Наряду с опорным геофизическим профилем 3-ДВ в пределах Олекмо-Становой

сейсмостектонической зоны в 1989–1990 гг. «Нефте-геофизикой» по методике многоволнового глубинного сейсмического профилирования были отработаны профили ГСЗ: БАЗАЛЬТ – Тында – Амурзет и Абакан – Тында – Татарский пролив [Reference..., 2013]. Для возбуждения колебаний производились химические взрывы в водоемах и в скважинах. Расстояния между источниками на профилях составляли 40–60 км, между приемниками – 10 км. Запись сейсмических сигналов выполнялась аналоговыми телеметрическими станциями «Тайга» на удалениях до 200 км. Мощность коры по результатам исследований по профилям серии Базальт в районе профиля 3-ДВ по данным продольных преломленных волн и данным отраженных продольных и поперечных волн составляет 40–43 км. По данным продольных волн средняя скорость в земной коре равна 6.5 км/с, а граничная по поверхности Мохоровичича, полученная фрагментарно на профиле Тында – Амурзет, – 8.0 км/с. Земная кора имеет блоковое строение, размеры блоков от 5 до 20 км по глубине и от 30 до 100 км по латерали. Поверхность фундамента на пересечении с профилем 3-ДВ, построенная по данным преломленных продольных и поперечных волн, залегает на глубине порядка 1 км; $V_T=5.95-6.20$ км/с. В верхней коре скорость Р- и S-волн от 6.1/3.5 до 6.3/3.8 км/с (здесь и далее в числителе V_p , в знаменателе V_s). Средняя кора в интервале глубин от 16–17 до 28–30 км описывается довольно высокими скоростями сейсмических волн – от 6.5/3.6 до 6.8/3.9 км/с. Скоростные характеристики нижней части земной коры: $V_p=6.8-7.0$ км/с, $V_s=4.1$ км/с. Необходимо отметить повышенную неоднородность земной коры, выражающуюся в сильных изменениях отношений скоростей Р- и S-волн (V_p/V_s) – от пониженных значений в 1.65–1.70 в верхней части разреза до повышенных в средней коре и вновь пониженных в 1.65–1.70 в нижней коре, соответственно в 1.75–1.80 и 1.65–1.70.

Более детальная система наблюдений была реализована на южном фрагменте опорного профиля 3-ДВ, с расстояниями между источниками возбуждения (взрывы, мощные вибраторы) 15–30 км и приемными станциями через 4–6 км.

Обобщенный глубинный сейсмический разрез на южном 800-километровом фрагменте профиля 3-ДВ (пос. Джалинда – пос. Верхняя Амга) приведен на рис. 9, а. Сейсмографикический разрез земной коры по результатам интерпретации волн в первых вступлениях дополнен определениями глубин до поверхности Мохоровичича по данным головных и закритических отраженных волн, поверхности К по данным коровых отраженных волн и внутримантийной границы M_1 , построенной по данным закритических отраженных волн на удалениях 300–400 км.

Основанием разреза является поверхность Мохоровичича, которая прослежена как отраженными, так и преломленными волнами. Средняя скорость распространения сейсмических волн до нее составляет 6.3–6.6 км/с. Граничная скорость вдоль профиля меняется

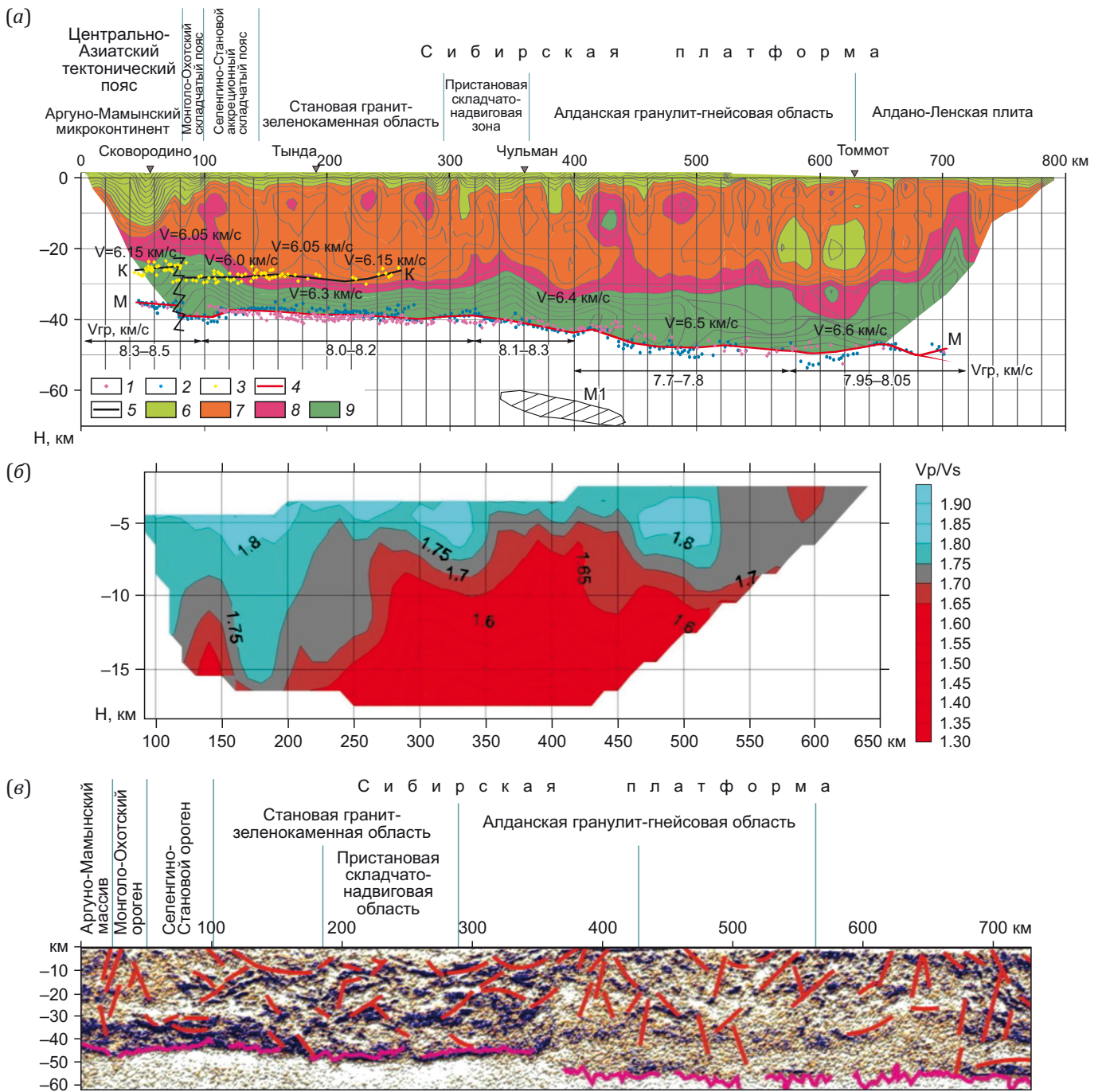


Рис. 9. К анализу сейсмического строения на южном фрагменте профиля 3-ДВ в области сочленения Евразийской и Амурской литосферных плит.

(a, в) – глубинный [Seleznov et al., 2013] и временной [Goshko et al., 2013] сейсмические разрезы по данным продольных волн, (б) – распределение отношений V_p/V_s в верхней коре. (a): 1, 2 – глубины по данным преломленных и отраженных волн от границы М, 3 – глубины по данным коровых отраженных волн, 4 – граница М, 5 – граница M_1 , 6–9 – скорости $V_p=3.0-5.8, 5.8-6.4, 6.4-6.8, 6.8-7.6$ км/с соответственно.

Fig. 9. On the analysis of the seismic structure in the southern fragment of the 3-DV profile in the Eurasian and Amurian lithospheric plates junction area.

(a, в) – deep [Seleznov et al., 2013] and time [Goshko et al., 2013] seismic sections from the longitudinal wave data, (б) – distribution of V_p/V_s ratios in the upper crust. (a): 1 – depths according to the data on the waves refracted and reflected from the M boundary, 2 – depths according to the data of crustal reflected waves, 3 – M boundary, 4 – M_1 boundary, 5 – 9 – velocities $V_p=3.0-5.8, 5.8-6.4, 6.4-6.8, 6.8-7.6$ km/s, respectively.

от 7.7 до 8.5 км/с. Пониженные значения скоростей ($V_T=7.75\pm 0.10$ км/с) установлены в центральной части Алданской гранулит-гнейсовой области Сибирской платформы ($X=425-580$ км), нормальные ($V_T=8.0-8.2$ км/с) – в северной части профиля на участке Алдано-Ленской плиты ($X=580-700$ км) и в пределах Становой гранит-зеленокаменной области и Селено-Станового аккреционного складчатого пояса Сибирской платформы ($X=100-310$ км). Несколько повышенные значения скоростей ($V_T=8.1-8.3$ км/с) установлены под мезозойской Чульманской впадиной (ее южной и центральной частью) и высокие ($V_T=8.3-8.5$ км/с) – в южной части профиля в пределах Верхнеамурского наложенного прогиба Центрально-Азиатского тектонического пояса.

Мощность земной коры по профилю изменяется от 35–40 км в южной части профиля ($X=50-320$ км) до 46–55 км в северной ($X=450-700$ км). Значительное увеличение глубины залегания поверхности Мохоровичича – от 38–40 до 44–46 км – происходит в Пристановой складчато-надвиговой зоне и южной части Алданского блока (рис. 9, а). Большой разброс глубин в 6–10 км отмечен по данным продольных отраженных и преломленных волн на участке $X=550-600$ км в области сочленения Алдано-Ленской плиты и Алданской гранулит-гнейсовой области.

В низах коры на глубине 25–28 км на участке $X=40-60$ км расположена граница К, построенная по данным продольных коровых отраженных волн. Пластовая скорость между ней и поверхностью Мохоровичича изменяется от 6.8 до 7.2 км/с (в целом больше 7.0 км/с). На участке $X=85-90$ км явно прослеживается смещение по границе К с амплитудой в 4–6 км. Примерно такое же смещение точек отражений отмечается и по границе М на данном участке, пространственно совпадающем с зоной сочленения Аргуно-Мамынского микроконтинента Центрально-Азиатского тектонического пояса и Монголо-Охотского аккреционного складчатого пояса (рис. 9, а).

Ниже границы Мохоровичича, предположительно в пределах Пристановой складчато-надвиговой зоны, на глубине 60–65 км отмечается внутримантийная граница М1.

Необходимо отметить, что скоростные и структурные параметры разреза профиля 3-ДВ (мощность земной коры, скорость Р-волн в земной коре и мантии) практически совпадают с таковыми на профилях Тын-да – Амурзет и Абакан – Тын-да – Татарский пролив в зоне пересечения с ($X\approx 150-200$ км) профиля 3-ДВ; главное несовпадение заключается в несколько завышенных значениях средней скорости (до 6.5 км/с) на профилях ГСЗ 1989–1990 гг.

Разбиение томографического разреза земной коры на рис. 9, а, по скоростным характеристикам на слои, условно соответствующие базитовым ($V_P=6.8-7.6$ км/с), гранулитовым ($V_P=6.4-6.8$ км/с), гранитогнейсовым ($V_P=5.8-6.4$ км/с) и вулканогенно-осадочным ($V_P=3.0-5.8$ км/с), позволяет провести более детальную харак-

теристику тектонических зон в створе южного фрагмента профиля 3-ДВ и обсудить вероятностное положение области сочленения Евразийской и Амурской литосферных плит, ширина которой по данным большого количества групп авторов (см. рис. 2) в створе профиля 3-ДВ составляет свыше 300 км (от Становой гранит-зеленокаменной области ($X\sim 150$ км) до центральной части Алданской гранулит-гнейсовой области ($X\sim 500$ км)).

Дополнительная информация о строении разреза получена также по данным поперечных рефрагированных и отраженных волн (рис. 9, б).

Как отмечалось выше, в работах [Timofeev et al., 2012; Solovyev et al., 2013, 2016] при анализе сейсмических данных в области сочленения крупнейших Северо-Американской, Евразийской и Охотоморской плит были установлены особенности глубинного строения коры и мантии, которые могут быть отнесены к критериям границ плит, заключающимся в небольшой мощности земной коры, пониженных значениях граничной скорости по границе Мохо и средней (эффективной) скорости продольных волн в земной коре, чрезвычайно неоднородной средней коре, пониженных значениях отношений скоростей Р- и S-волн в земной коре до (1.6–1.7) и пониженном коэффициенте Пуассона (до 0.20), а также снижении контрастности отражений в низах коры и разделе Мохоровичича (по материалам глубинного МОГТ).

Подобные особенности в глубинном строении прослеживаются и на опорном профиле 3-ДВ, пересекающем вкрест зону сочленения Евразийской и Амурской литосферной плит (в области сочленения Пристановой складчато-надвиговой зоны и Алданской гранулит-гнейсовой области Сибирской платформы) (рис. 9). На разрезе ГСЗ (рис. 9, а) здесь ($X=330-430$ км) установлены пониженные значения эффективных скоростей продольных волн в земной коре (6.3–6.4 км/с), подъем границы Мохоровичича и кровли нижнекорового слоя, а также понижение скоростей по границе М (от 8.1–8.3 до 7.7–7.8 км/с); отмечается также повышенная неоднородность земной коры с пониженными отношениями скоростей Р- и S-волн в верхней и средней коре (до 1.5–1.7) (рис. 9, б) и коэффициентом Пуассона до 0.10–0.20. На энергетических разрезах МОГТ (рис. 9, в) на данном участке ($X_{\text{МОГТ}}=345-375$ км) отмечается понижение качества отражений на уровне границы Мохоровичича и в нижней коре (с учетом сделанных выше замечаний). В пределах выделенного участка в верхней мантии на глубине 60–70 км выделена внутримантийная граница М1 с наклоном на север, как и граница Мохоровичича (рис. 9, а).

Сейсмичность. Повышенной сейсмичностью и концентрацией сильных землетрясений в створе южного фрагмента профиля 3-ДВ характеризуются участки $X=300-500$ и $X=80-160$ км (рис. 10, а), относящиеся соответственно к широкой полосе Олекмо-Становой сейсмотектонической зоны и более узкой Тукуринград-Джагдинской сейсмической зоне [Imaev et al., 2005].

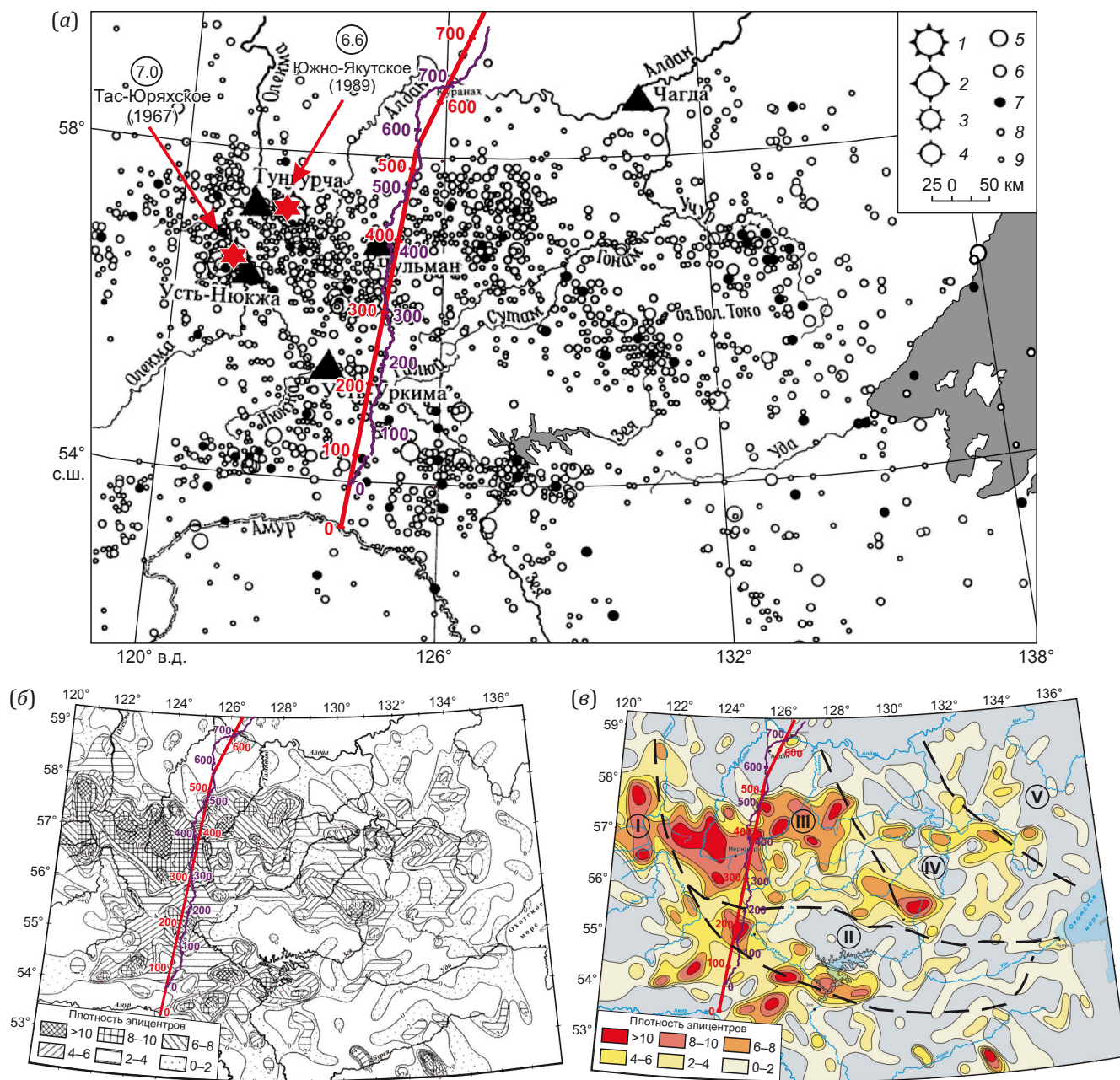


Рис. 10. К анализу сейсмичности в створе опорного профиля 3-ДВ.
 (а, б) – схемы пространственного распределения землетрясений и плотности землетрясений на территории Южной Якутии [Imaev et al., 2005] по данным ежегодных каталогов землетрясений, зарегистрированных в Якутии в период с 1975 по 2005 г. 1–9 – эпицентры землетрясений с энергетическим классом $K=lgE$, Дж: 1 – 17, 2 – 16, 3 – 15, 4 – 14, 5 – 13, 6 – 12, 7 – 11, 8 – 9–10, 9 – 8. Треугольники – сейсмические станции.

(в) – схема плотности эпицентров землетрясений по [Kozmin, Makarov, 2022] по данным ежегодных каталогов землетрясений, зарегистрированных в Якутии в период с 1963 по 2017 г., с $M_s \geq 2$. Структурно-тектонические блоки: I – Чаро-Олекминский, II – Становой, III – Центрально-Алданский, IV – Тимптоно-Учурский, V – Батомгский.

Fig. 10. On the analysis of seismicity along the 3-DV reference profile.
 (а, б) – scheme of spatial distribution of earthquakes and earthquake density in Southern Yakutia according to [Imaev et al., 2005] based on annual catalogs of the earthquakes recorded in Yakutia for the period from 1975 to 2005; 1–9 – epicenters of earthquake with energy class $K=lgE$, J; 1 – 17, 2 – 16, 3 – 15, 4 – 14, 5 – 13, 6 – 12, 7 – 11, 8 – 9–10, 9 – 8. Triangles are seismic stations.
 (в) – scheme of earthquake epicenter density after [Kozmin, Makarov, 2022] based on annual catalogs of $M_s \geq 2$ earthquakes recorded in Yakutia for the period from 1963 to 2017. Structural-tectonic blocks: I – Chara-Olyokma, II – Stanovoy, III – Central Aldan, IV – Timpton-Uchur, V – Batomga.

Наиболее крупные землетрясения Южной Якутии (Тас-Юряхское, 1967 г., $M=7.0$, и Южно-Якутское, 1989 г., $M=6.6$) зарегистрированы в западной части Олекмо-Становой сейсмотектонической зоны, практически на тех же широтах, что и выделенная зона с аномальными сейсмическими особенностями строения земной коры и мантии ($X=330-430$ км) на близрасположенном профиле 3-ДВ (рис. 10, а).

Анализ распределения плотности землетрясений за разные периоды времени (рис. 10, б, в) показывает достаточно близкую картину. Максимальный уровень плотности 10 землетрясений (число землетрясений, произошедших в пределах площадки размером 0.2×0.4 км, на которые была разбита территория исследований [Imaev et al., 2005; Kozmin, Makarov, 2022]), как и сильные землетрясения, зафиксирован на западном фланге Олекмо-Становой сейсмической зоны (Чаро-Олекминский блок). В выделенной зоне профиля 3-ДВ ($X=330-430$ км), относящейся к Центрально-Алданскому блоку, уровень плотности землетрясений также повышен и составляет $\sim 6-10$ (рис. 10, б, в). Землетрясения сконцентрированы в средней коре на глубине 8–23 км [Imaev et al., 2005]. Распределение суммарной энергии землетрясений в целом коррелирует с распределением карты плотности землетрясений [Makarov, Kozmin, 2024]. Самыми активными являются Чаро-Олекминский, Центрально-Алданский и Становой тектонические блоки, суммарная выделенная энергия в которых от всей энергии составляет соответственно около 59, 23 и 18 %; в направлении на восток уровень суммарной энергии уменьшается в 10^4 раз [Makarov, Kozmin, 2024], что, по мнению авторов, может свидетельствовать об уменьшении в восточном направлении скорости современных тектонических движений.

Из анализа пространственного распределения наиболее крупных землетрясений, карт плотности и суммарной энергии землетрясений на юге Якутии можно предположить, что наиболее вероятное положение области сочленения Евразийской и Амурской литосферных плит находится в субширотной зоне от 56.5 до 57.5° , что коррелирует с выделенной по сейсмическим данным зоной $X=330-430$ км профиля 3-ДВ.

Результаты настоящих исследований по особенностям выделенного участка подтверждаются другими геолого-геофизическими построениями [Didenko et al., 2013]. В результате комплексного геолого-геофизического анализа данных геологического картирования, плотности, геохимии, сейсмичности построена геолого-геофизическая модель, в которой обосновано выделение между Алданским и Становым мегаблоками обособленной Пристановой складчато-надвиговой зоны позднемезозойского возраста. Обосновано также широкое развитие здесь коллизионно-сдвиговых деформаций в мезозое при закрытии Монголо-Охотского палеобассейна.

Определение более узкого, наиболее вероятного, центрального участка сочленения Евразийской и Амур-

ской литосферных плит в створе профиля 3-ДВ, как это было сделано на профиле 1-СБ, по имеющимся сейсмическим данным не представляется возможным. Это связано главным образом с «размытостью» особенностей сейсмичности и глубинного строения. Формально все сейсмические «признаки» зоны сочленения крупных плит, подобные установленным ранее на профилях 2-ДВ, 1-СБ и северо-восточном участке профиля 3-ДВ, здесь присутствуют, но не сконцентрированы в узкой зоне.

В выделенную зону ($X=330-430$ км) попадает значительная часть построений исследователей [Gatinsky, Rundqvist, 2004; Zonenshain et al., 1979; Wei, Seno, 1998; Bird, 2003], северная часть широкой полосы сочленения плит [Malyshev et al., 2007] и в пределах 50 км северная граница буферной зоны (Станового блока) по [Imaev et al., 2000, 2003]. В других работах [Sherman et al., 1984; Petit, Fournier, 2005; Imaev et al., 2000, 2003] граница проводится южнее, по Монголо-Охотскому разлому.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Глубинными сейсмическими и сейсмологическими исследованиями в створе профилей 1-СБ и 3-ДВ в области сочленения Евразийской и Амурской литосферных плит подтверждены установленные ранее для области сочленения Евразийской, Охотоморской и Северо-Американской плит [Timofeev et al., 2012; Solovyev et al., 2013, 2016] глубинные критерии, заключающиеся в небольшой мощности земной коры (37–42 км), низких значениях граничной скорости по границе Мохо – от 7.85 до 8.00 км/с и пониженном значении средней (эффективной) скорости продольных волн в земной коре (~ 6.3 км/с). Область сочленения плит представляет собой широкую напряженную зону с максимальным количеством землетрясений, максимумом показателя полной выделенной энергии и пониженной глубиной гипоцентров землетрясений. На глубинных сейсмографических разрезах в этой зоне отмечается чрезвычайно неоднородная средняя кора, снижение контрастности отражений в низах коры и разделе Мохорвичича по материалам глубинного МОГТ; для широкой зоны сочленения установлены пониженные значения отношений скоростей Р- и S-волн в земной коре (до 1.6–1.7) и пониженный коэффициент Пуассона (до 0.20), что может свидетельствовать о повышенной раздробленности земной коры.

В створе профиля 1-СБ выделена узкая 20-километровая зона, отождествляемая с центральным участком сочленения Евразийской и Амурской литосферных плит; в качестве вероятностной области сочленения плит на профиле 3-ДВ обособлена по сейсмическим данным более широкая 100-километровая зона. Проведено сопоставление выделенных вероятностных областей сочленения плит с построениями северной границы Амурской плиты других исследователей.

Полученная в результате этих исследований новая обширная информация о глубинном строении областей

сочленения крупнейших тектонических плит позволит наметить пути решения целого круга фундаментальных проблем региональной геологии, истории геологического развития, тектоники, минерагении и сейсмичности на востоке России.

5. БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают признательность коллегам из Алтае-Саянского и Сейсмологического филиалов ФИЦ ЕГС РАН, ИНГГ СО РАН и Института Карпинского за ценные замечания при обсуждении статьи.

6. ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ / CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку рукописи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

All authors made an equivalent contribution to this article, read and approved the final version.

7. РАСКРЫТИЕ ИНФОРМАЦИИ / DISCLOSURE

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанного с этой рукописью.

The authors declare that they have no conflicts of interest relevant to this manuscript.

8. ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Altamimi Z., Métivier L., Rebischung P., Rouby H., Collioux X., 2017. ITRF2014 Plate Motion Model. *Geophysical Journal International* 209 (3), 1906–1912. <https://doi.org/10.1093/gji/ggx136>.

Argus D.F., Gordon R.G., DeMets C., 2011. Geologically Current Motion of 56 Plates Relative to the No-Net-Rotation Reference Frame. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 12 (11). <https://doi.org/10.1029/2011GC003751>.

Ashurkov S.V., San'kov V.A., Miroshnichenko A.I., Lukhnev A.V., Sorokin A.P., Serov M.A., Byzov L.M., 2011. GPS Geodetic Constraints on the Kinematics of the Amurian Plate. *Russian Geology and Geophysics* 52 (2), 239–249. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2010.12.017>.

Bird P., 2003. An Updated Digital Model of Plate Boundaries. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 4 (3), 1027. <https://doi.org/10.1029/2001GC000252>.

Bulletin of Earthquakes of Siberia in 1970, 1972. East Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, 367 p. (in Russian) [Бюллетень землетрясений Сибири 1970 г. Иркутск: Восточно-Сибирский филиал АН СССР, 1972. 367 с.].

Bulletin of Earthquakes of Siberia in 1971, 1973. East Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, 305 p. (in Russian) [Бюллетень землетрясений Сибири 1971 г. Иркутск: Восточно-Сибирский филиал АН СССР, 1973. 305 с.].

Bulletin of Earthquakes of Siberia in 1972, 1974. East Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, 268 p. (in Russian) [Бюллетень землетрясений Сибири 1972 г. Иркутск: Восточно-Сибирский филиал АН СССР, 1974. 268 с.].

Bulletin of Earthquakes of Siberia in 1973, 1975. East Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, 277 p. (in Russian) [Бюллетень землетрясений Сибири 1973 г. Иркутск: Восточно-Сибирский филиал АН СССР, 1975. 277 с.].

Bulletin of Earthquakes of Siberia in 1974, 1976. East Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, 237 p. (in Russian) [Бюллетень землетрясений Сибири 1974 г. Иркутск: Восточно-Сибирский филиал АН СССР, 1976. 237 с.].

Bulletin of Earthquakes of Siberia in 1975, 1977. East Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Irkutsk, 259 p. (in Russian) [Бюллетень землетрясений Сибири 1975 г. Иркутск: Восточно-Сибирский филиал АН СССР, 1977. 259 с.].

Calais E., Dong L., Wang M., Shen Z., Vergnolle M., 2006. Continental Deformation in Asia from a Combined GPS Solution. *Geophysical Research Letters* 33 (24), L24319. <https://doi.org/10.1029/2006GL028433>.

Didenko A.N., Efimov A.S., Nelyubov P.A., Sal'nikov A.S., Starosel'tsev V.S., Shevchenko B.F., Goroshko M.V., Gur'yakov V.A., Zamozhnyaya N.G., 2013. Structure and Evolution of the Earth's Crust in the Region of Junction of the Central Asian Fold Belt and the Siberian Platform: Skovorodino–Tommot Profile. *Russian Geology and Geophysics* 54 (10), 1236–1249. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2013.09.008>.

Didenko A.N., Malyshev Yu.F., Saksin B.G. (Ed.), 2010. Deep Structure and Metallogeny of Eastern Asia. *Dal'naya, Vladivostok*, 332 p. (In Russian) [Глубинное строение и металлогения Восточной Азии / Ред. А.Н. Диденко, Ю.Ф. Малышев, Б.Г. Саксин. Владивосток: Дальнаука, 2010. 332 с.].

Didenko A.N., Nosyrev M.Yu., Gilmanova G.Z., 2025. Curie Point Depths of the Amur Tectonic Plate. *Russian Journal of Earth Sciences* 25 (2), ES2005. <https://doi.org/10.2205/2025ES000964>.

Dobretsov N.L., Kirdyashkin A.G., Kirdyashkin A.A., 2001. Deep Geodynamics. *GEO, Novosibirsk*, 409 p. (in Russian) [Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. Новосибирск: Гео, 2001. 409 с.].

Gamburtsev G.A., 1952. Deep Seismic Sounding of the Earth's Crust. *Doklady of the USSR Academy of Sciences* 87 (6), 943–945 (in Russian) [Гамбурцев Г.А. Глубинное сейсмическое зондирование земной коры // Доклады АН СССР. 1952. Т. 87. № 6. С. 943–945].

Gatinsky Yu.G., Rundqvist D.V., 2004. Geodynamics of Eurasia. *Plate Tectonics and Block Tectonics. Geotectonics* 38 (1), 1–16.

Gatinsky Yu.G., Rundqvist D.V., Vladova G.L., Prokhorova T.V., 2008. Block Structure and Geodynamics of the Continental Lithosphere at Plate Boundaries. *Bulletin of Kamchatka Regional Association "Educational-Scientific Center". Earth Sciences* 1 (11), 32–47 (in Russian) [Гатинский Ю.Г., Рундквист Д.В., Владова Г.Л., Прохорова Т.В. Блоковая структура и геодинамика континентальной литосферы на границах плит // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2008. № 1 (11). С. 32–47].

Goshko E.Yu., Efimov A.S., Salnikov A.S., 2013. The Earth's Crust of North-Eastern Eurasia in the Light of Reflected Waves: Geometric and Dynamic Attributes of Large Geological Structures and Their Junction Zones. In: 50 Years of Seismological Monitoring in Siberia. Abstracts of the All-Russian Conference with International Participation (October 21–25, 2013). Poligrafika, Novosibirsk, p. 175–179 (in Russian) [Гошко Е.Ю., Ефимов А.С., Сальников А.С. Земная кора северо-востока Евразии в свете отраженных волн: геометрические и динамические атрибуты крупных геологических структур и зон их сочленения // 50 лет сейсмологического мониторинга в Сибири: Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием (21–25 октября 2013 г.). Новосибирск: Полиграфика, 2013. С. 175–179].

Goshko E.Yu., Zhabin V.V., Salnikov A.S., 2018. Structure of the Earth's Crust in the Junction Zone of the Aldan-Stanovoy Shield and the Sayan-Baikal Folded Region Along the 1-SB Reference Profile. In: Geology and Mineral Resources of the North-East of Russia: Proceedings of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference (April 18–20, 2018). Vol. 2. Publishing House of the North-Eastern Federal University, Yakutsk, p. 52–55 (in Russian) [Гошко Е.Ю., Жабин В.В., Сальников А.С. Строение земной коры в зоне сочленения Алдано-Станового щита и Саяно-Байкальской складчатой области вдоль опорного профиля 1-СБ // Геология и минерально-сырьевые ресурсы северо-востока России: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции (18–20 апреля 2018 г.). Якутск: Издательский дом СВФУ, 2018. Т. 2. С. 52–55].

Heki K., Miyazaki Sh., Takahashi H., Kasahara M., Kimata F., Miura S., Vasilenko N.F., Ivashchenko A., An K.-D., 1999. The Amurian Plate Motion and Current Plate Kinematics in Eastern Asia. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 104 (B12), 29147–29155. <https://doi.org/10.1029/1999JB900295>.

Imaev V.S., Imaeva L.P., Kozmin B.M., 2000. Seismotectonics of Yakutia. *GEOS, Moscow*, 227 p. (in Russian) [Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Сейсмоструктура Якутии. М.: ГЕОС, 2000. 227 с.].

Imaev V.S., Imaeva L.P., Kozmin B.M., 2005. Seismotectonics of the Olekmo-Stanovoy Seismic Zone (Southern Yakutia). *Lithosphere* 2, 21–40 (in Russian) [Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Сейсмоструктура Олекмо-Становой сейсмической зоны (Южная Якутия) // Литосфера. 2005. № 2. С. 21–40].

Imaev V.S., Imaeva L.P., Kozmin B.M., Nikolaev V.V., Semenov R.M., 2003. Buffer Seismogenic Structures Between the Eurasian and Amur Lithospheric Plates in the South of Siberia. *Russian Journal of Pacific Geology* 22 (6), 55–61 (in Russian) [Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М., Николаев В.В., Семенов Р.М. Буферные сейсмогенные структуры между Евразийской и Амурской литосферными плитами на юге Сибири // Тихоокеанская геология. 2003. Т. 22. № 6. С. 55–61].

Jin Sh., Park P.-H., Zhu W., 2007. Micro-Plate Tectonics and Kinematics in Northeast Asia Inferred from a Dense

Set of GPS Observations. *Earth and Planetary Science Letters* 257 (3–4), 486–496. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.03.011>.

Kashubin S.N., Milshtein E.D., Vinokurov I.Yu., Erinchek Yu.M., Serzhantov R.B., Tatarinov V.Yu., 2016. State Network of Geotranssects and Superdeep Wells – the Basis for 3D Deep Mapping of the Russian Federation and Its Continental Shelf. *Regional Geology and Metallogeny* 67, 43–48 (in Russian) [Кашубин С.Н., Мильштейн Е.Д., Винокуров И.Ю., Эринчек Ю.М., Сержантов Р.Б., Татарин В.Ю. Государственная сеть опорных геолого-геофизических профилей, параметрических и сверхглубоких скважин – основа глубинного 3D картографирования территории Российской Федерации и ее континентального шельфа // Региональная геология и металлогения. 2016. № 67. С. 43–48].

Khain V.E., 1994. Plate Tectonics. Analysis of the Current State. *Moscow University Geology Bulletin* 1, 3–10 (in Russian) [Хаин В.Е. Тектоника плит. Анализ современного состояния // Вестник МГУ. Серия 4. Геология. 1994. № 1. С. 3–10].

Korol'kov A.T., 2007a. Geodynamics and Metallogenic Features of the Muya Gold-Bearing District. Proceedings of the Siberian Department of the Section of Earth Sciences of the Russian Academy of Natural Sciences: Geology, Exploration and Development of Mineral Deposits 5 (31), 5–18 (in Russian) [Корольков А.Т. Геодинамика и металлогенические особенности Муйского золоторудного района // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых. 2007. № 5 (31). С. 5–18].

Korol'kov A.T., 2007b. Geodynamics of Gold Ore Regions of the Southern East Siberia. *ISU Publishing House, Irkutsk*, 251 p. (in Russian) [Корольков А.Т. Геодинамика золоторудных районов юга Восточной Сибири. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2007. 251 с.].

Kozmin B.M., Makarov A.A., 2022. Seismic Active Structures of Southern Yakutia. In: Readings of A.I. Bulatov. Materials of the VI International Scientific and Practical Conference. Vol. 1. Publishing House – South, Krasnodar, p. 117–119 (in Russian) [Козьмин Б.М., Макаров А.А. Сейсмоактивные структуры Южной Якутии // Булатовские чтения: Материалы VI международной научно-практической конференции. Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2022. Т. 1. С. 117–119].

Krylov S.V., Mandelbaum M.M., Mishenkin B.P., Mishenkina Z.R., Petrik G.V., Seleznev V.S., 1981. The Baikal Lake Interior from Seismic Data. *Nauka, Novosibirsk*, 105 p. (in Russian) [Крылов С.В., Мандельбаум М.М., Мишенькин Б.П., Мишенькина З.Р., Петрик Г.В., Селезнев В.С. Недра Байкала (по сейсмическим данным). Новосибирск: Наука, 1981. 105 с.].

Krylov S.V., Mishenkin B.P., Mishenkina Z.R., Petrik G.V., Sergeev V.N., Sheludko I.F., Ten E.N., Kulchinsky Yu.V. et al., 1993. Detailed Seismic Studies of the Lithosphere on P- and S-Waves. *Nauka, Novosibirsk*, 199 p (in Russian) [Крылов С.В., Мишенькин Б.П., Мишенькина З.Р., Петрик Г.В., Сергеев В.Н., Шелудко И.Ф., Тен Е.Н., Кулчинский Ю.В. и др., 1993. Детальные сейсмические исследования литосферы на Р- и S-волнах. Наука, Новосибирск, 199 с. (in Russian) [Крылов С.В., Мишенькин Б.П., Мишенькина З.Р., Петрик Г.В.,

Сергеев В.Н., Шелудько И.Ф., Тен Е.Н., Кульчинский Ю.В. и др. Детальные сейсмические исследования литосферы на Р- и S- волнах. Новосибирск: Наука, 1993. 199 с.].

Li S.H., Li C., Wang C.X., 2020. Boundaries of the Amurian Plate Identified Using Multiple Geophysical Methods. *Geosciences Journal* 24 (1), 49–59. <https://doi.org/10.1007/s12303-019-0011-1>.

Mackey K.G., Fujita K., Hartse H.E., Stead R.J., Steck L.K., Gunbina L.V., Leyshuk N., Shibaev S.V. et al., 2010. Seismicity Map of Eastern Russia, 1960–2010. *Seismological Research Letters* 81 (5), 761–768. <https://doi.org/10.1785/gssrl.81.5.761>.

Makarov A.A., Kozmin B.M., 2024. Spatial and Statistical Analysis of the Distribution of Seismic Energy of the Olekma-Stanovoy Seismotectonic Zone (South Yakutia). *Arctic and Subarctic Natural Resources* 29 (2), 216–223 (in Russian) [Макаров А.А., Козьмин Б.М. Пространственно-статистический анализ распределения сейсмической энергии Олекмо-Становой сейсмотектонической зоны (Южная Якутия) // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2024. Т. 29. № 2. С. 216–223]. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2024-29-2-216-223>.

Malyshev Yu.F., Podgornyi V.Ya., Shevchenko B.F., Romanovskii N.P., Kaplun V.B., Gornov P.Yu., 2007. Deep Structure of the Amur Lithospheric Plate Border Zone. *Russian Journal of Pacific Geology* 1 (2), 107–119. <https://doi.org/10.1134/S1819714007020017>.

Melnik G.E., Steblov G.M., 2024. Stability of Northern Eurasia from Satellite Geodesy Data. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth* 60 (2), 247–257. <https://doi.org/10.1134/S1069351324700290>.

New Catalog of Strong Earthquakes in the USSR from Ancient Times to 1975, 1977. Nauka, Moscow, 536 p. (in Russian) [Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 года. М.: Наука, 1977. 536 с.].

Petit C., Fournier M., 2005. Present-Day Velocity and Stress Fields of the Amurian Plate from Thin-Shell Finite-Element Modeling. *Geophysical Journal International* 160 (1), 357–369. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2004.02486.x>.

Puzyrev N.N., Krylov S.V., Mishenkin B.P., 1975. Methodology of Reconnaissance Deep Seismic Studies. Nauka, Novosibirsk, 158 p (in Russian) [Пузырев Н.Н., Крылов С.В., Мишенькин Б.П. Методика рекогносцировочных глубинных сейсмических исследований. Новосибирск: Наука, 1975. 158 с.].

Rasskazov I.Yu., Saksin B.G., Petrov V.A., Shevchenko B.F., Usikov V.I., Gil'manova G.Z., 2014. Present-Day Stress-Strain State in the Upper Crust of the Amurian Lithosphere Plate. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth* 50 (3), 444–452. <https://doi.org/10.1134/S1069351314030082>.

Reference Geological and Geophysical Profiles of Russia, 2013. Deep Seismic Sections Along the DSS Profiles Performed from 1972 to 1995. Atlas (in Russian) [Опорные геолого-геофизические профили России. Глубинные сейсмические разрезы по профилям ГСЗ, отработанным в период с 1972 по 1995 год: Атлас. 2013]. Available

from: <https://karpinskyinstitute.ru/ru/info/seismic/> (Last Accessed January 15, 2026).

Seleznov V.S., Solovyov V.M., Emanov A.F., Efimov A.S., Salnikov A.S., Chichinin I.S., Kashun V.N., Romanenko I.E. et al., 2013. Deep Vibroseismic Surveys of the Russian Far East. *Problems of Informatics* 3 (20), 30–41 (in Russian) [Селезнев В.С., Соловьев В.М., Еманов А.Ф., Ефимов А.С., Сальников А.С., Чичинин И.С., Кашун В.Н., Романенко И.Е. и др. Глубинные виброрейсмические исследования на Дальнем Востоке России // Проблемы информатики. 2013. № 3 (20). С. 30–41].

Serzhantov R.B., Kashubin S.N., Erinchek Yu.M., Tatarinov V.Yu., Milshtein E.D., 2013. Deep Geological and Geophysical Study of Russia's Subsurface: Current State and Main Tasks. *Regional Geology and Metallogeny* 53, 26–31 (in Russian) [Сержантов Р.Б., Кашубин С.Н., Эринчек Ю.М., Татаринцев В.Ю., Мильштейн Е.Д. Глубинное геолого-геофизическое изучение недр России: современное состояние и основные задачи // Региональная геология и металлогения. 2013. № 53. С. 26–31].

Shatsky V.S., Sitnikova E.S., Tomilenko A.A., Ragozin A.L., Koz'menko O.A., Jagoutz E., 2012. Eclogite-Gneiss Complex of the Muya Block (East Siberia): Age, Mineralogy, Geochemistry, and Petrology. *Russian Geology and Geophysics* 53 (6), 501–521. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2012.04.001>.

Sherman S.I., Levi K.G., Ruzhich V.V., Sankov V.A., Dneprovskiy Yu.I., Rasskazov S.V., 1984. Geology and Seismicity of the BAM Zone (from Baikal to Tynda). *Neotectonics*. Nauka, Novosibirsk, 207 p. (in Russian) [Шерман С.И., Леви К.Г., Ружич В.В., Саньков В.А., Днепровский Ю.И., Рассказов С.В. Геология и сейсмичность зоны БАМ (от Байкала до Тынды). Неотектоника. Новосибирск: Наука, 1984. 207 с.].

Shevchenko B.F., Kaplun V.B., 2005. Deep Structure and Kinematics of the Eurasian and Amur Lithospheric Plates Junction Area (Mongol-Okhotsk Segment). *Pacific Geology* 24 (6), 16–25 (in Russian) [Шевченко Б.Ф., Каплун В.Б. Глубинное строение и кинематика области сочленения Евразийской и Амурской литосферных плит (Монголо-Охотское звено) // Тихоокеанская геология. 2005. Т. 24. № 6. С. 16–25].

Shevchenko B.F., Kaplun V.B., 2007. Model of Deep Geodynamics of the Junction Region of the Eurasian and Amur Lithospheric Plates. *Lithosphere* 4, 3–20 (in Russian) [Шевченко Б.Ф., Каплун В.Б. Модель глубинной геодинамики области сочленения Евразийской и Амурской литосферных плит // Литосфера. 2007. № 4. С. 3–20].

Skuzovatov S.Y., Sklyarov E.V., Shatsky V.S., Wang K.-L., Kulikova K.V., Zarubina O.V., 2016. Granulites of the South Muya Block (Baikal-Muya Foldbelt): Age of Metamorphism and Nature of Protolith. *Russian Geology and Geophysics* 57 (3), 451–463. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2016.03.007>.

Solonenko V.P., 1968. Seismotectonics and Modern Structural Development of the Baikal Rift Zone. In: *Baikal Rift*. Nauka Moscow, p. 57–71 (in Russian) [Солоненко В.П. Сейсмотектоника и современное структурное развитие Байкальской рифтовой зоны // Байкальский рифт. М.: Наука, 1968. С. 57–71].

Solovyev V.M., Chechel'nitsky V.V., Salnikov A.S., Galyova N.A., Shenmayer A.E., 2024a. About Confinement of Earthquake Hypocentres of Pribaikalye and Transbaikalye to Large Deep Velocity Inhomogeneities of the Earth's Crust (in the Section of Reference Geological-Geophysical Profiles 1-SB and 8-DB). In: XX International Scientific Congress "InterExpo Geo-Siberia" (May 15–17, 2024). Proceedings of the International Scientific Conference "Subsoil Use. Mining. Directions and Technologies for Mineral Prospecting, Exploration and Development. Economics. Geoecology" Vol. 2. Iss. 4. SSUGT, Novosibirsk, p. 106–113 (in Russian) [Соловьев В.М., Чечельницкий В.В., Сальников А.С., Галева Н.А., Шенмайер А.Е. О приуроченности гипоцентров землетрясений Прибайкалья и Забайкалья к крупным глубинным скоростным неоднородностям земной коры (в створе опорных геолого-геофизических профилей 1-СБ и 8-ДВ) // XX Международный научный конгресс «Интерэкспо Гео-Сибирь» (15–17 мая, 2024 г.): Материалы международной научной конференции «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология». Новосибирск: СГУГиТ, 2024. Т. 2. № 4. С. 106–113].

Solovyev V.M., Salnikov A.S., Seleznev V.S., Elagin S.A., Romanenko I.E., Galeva N.A., 2017. Deep Seismic Sounding on the Baikal-Patom Fragment of Eastern Section 1-SB Profile. In: XIII International Scientific Congress and Exhibition "InterExpo Geo-Siberia-2017" (April 7–12, 2017). Proceedings of the International Scientific Conference "Subsoil Use. Mining. Directions and Technologies for Mineral Prospecting, Exploration and Development. Economics. Geoecology". Vol. 4. SSUGT, Novosibirsk, p. 106–112 (in Russian) [Соловьев В.М., Сальников А.С., Селезнев В.С., Елагин С.А., Романенко И.Е., Галёва Н.А. Глубинные сейсмические исследования на Байкало-Патомском фрагменте Восточного участка опорного профиля 1-СБ // XIII Международный научный конгресс и выставка «Интерэкспо Гео-Сибирь-2017» (7–12 апреля 2017 г.): Материалы международной научной конференции «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология». Новосибирск: СГУГиТ, 2017. Т. 4. С. 106–112].

Solovyev V.M., Salnikov A.S., Shibaev S.V., Timofeev V.Yu., Liseikin A.V., Shenmaier A.E., 2013. Deep Structure of the Area of Junction of the Eurasian, North American, and Okhotsk Continental Plates. In: 50 Years of Seismological Monitoring in Siberia. Abstracts of the All-Russian Conference with International Participation (October 21–25, 2013). Poligrafika, Novosibirsk, p. 209–213 (in Russian) [Соловьев В.М., Сальников А.С., Шибаев С.В., Тимофеев В.Ю., Лисейкин А.В., Шенмайер А.Е. Глубинное строение области сочленения Евразийской, Североамериканской и Охотоморской континентальных плит // 50 лет сейсмологического мониторинга в Сибири: Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием (21–25 октября 2013 г.). Новосибирск: Полиграфика, 2013. С. 209–213].

Solovyev V.M., Seleznev V.S., Chechel'nitsky V.V., Galyova N.A., 2020. Upper Mantle of Baikal and Transbaikalia According to the Area Data of Seismological Research. Russian Journal of Seismology 2 (1), 7–17 (in Russian) [Соловьев В.М., Селезнев В.С., Чечельницкий В.В., Галёва Н.А. Верхняя мантия Прибайкалья и Забайкалья по данным площадных сейсмологических исследований // Российский сейсмологический журнал. 2020. Т. 2. № 1. С. 7–17]. <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2020.1.01>.

Solovyev V.M., Seleznev V.S., Chechel'nitsky V.V., Gileva N.A., Salnikov A.S., Galeva N.A., 2023a. Features of the Deep Structure of the Northeastern Flank of the BRZ in the Area of the Muya and Muyakan Earthquakes (in Line with the Reference Profiles of the Deep Seismic Survey 1-SB and 8-DV). In: Solar-Terrestrial Connections and Geodynamics of the Baikal-Mongolian Region. Abstracts of the XIV Russian-Mongolian International Conference (September 15–20, 2023). IEC SB RAS, Irkutsk, p. 70–71 (in Russian) [Соловьев В.М., Селезнев В.С., Чечельницкий В.В., Гилева Н.А., Сальников А.С., Галева Н.А. Особенности глубинного строения северо-восточного фланга БРЗ на участке Муйского и Муяканских землетрясений (в створе опорных профилей ГСЗ 1-СБ и 8-ДВ) // Солнечно-земные связи и геодинамика Байкало-Монгольского региона: Тезисы докладов XIV Российско-Монгольской международной конференции (15–20 сентября 2023 г.). Иркутск: ИЗК СО РАН, 2023. С. 70–71].

Solovyev V.M., Seleznev V.S., Chechel'nitsky V.V., Shibaev S.V., Salnikov A.S., Liseykin A.V., Galeva N.A., Shenmayer A.E., 2024b. Large Lithospheric Plates Junction Zones in the East of Russia According to the DSS Data (in Line with Reference Geological and Geophysical Profiles). In: Modern Methods of Processing and Interpretation of Seismological Data. Abstracts of the XVIII International Seismological Workshop (September 9–13, 2024, Vitebsk). GS RAS, Obninsk, p. 84 (in Russian) [Соловьев В.М., Селезнев В.С., Чечельницкий В.В., Шибаев С.В., Сальников А.С., Лисейкин А.В., Галёва Н.А., Шенмайер А.Е. Зоны сочленения крупных литосферных плит на востоке России по данным ГСЗ (в створе опорных геолого-геофизических профилей) // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных: Тезисы XVIII Международной сейсмологической школы (Витебск, 09–13 сентября 2024 г.). Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. С. 84].

Solovyev V.M., Seleznev V.S., Salnikov A.S., Chechel'nitsky V.V., Gileva N.A., Liseikin A.V., Bryksin A.A., Galyova N.A., 2023b. The Velocity Structure at Depth and Seismicity in the Transbaikalia Region (Along the 1-SB Geological-Geophysical Reference Traverse). Journal of Volcanology and Seismology 17 (2), 147–158. <https://doi.org/10.1134/s0742046323700082>.

Solovyev V.M., Seleznev V.S., Salnikov A.S., Kashubina T.V., Shenmaier A.E., 2014. Effective Seismic Models of Media Used in Dss Operations on Base Lines in Eastern Russia. Geology and Mineral Resources of Siberia 4, 74–86 (in Russian) [Соловьев В.М., Селезнев В.С., Сальников А.С., Кашубина Т.В., Шенмайер А.Е. Использование эффективных сейсмических моделей сред при работах ГСЗ

на опорных профилях в Восточной части России // Геология, геофизика и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2014. Т. 4. С. 74–86].

Solovyev V.M., Seleznev V.S., Sal'nikov A.S., Shibaev S.V., Timofeev V.Yu., Liseikin A.V., Shenmaier A.E., 2016. Deep Seismic Structure of the Boundary Zone Between the Eurasian and Okhotsk Plates in Eastern Russia (Along the 3DV Deep Seismic Sounding Profile). *Russian Geology and Geophysics* 57 (11), 1613–1625. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2016.10.007>.

Stogny G.A., Stogny V.V., 2016. Lithosphere Plates and Seismicity of the North-East Russia. *Ecological Bulletin of Research Centers of the Black Sea Economic Cooperation* 3, 78–86 (in Russian) [Стогний Г.А., Стогний В.В. Литосферные плиты и сейсмичность северо-востока России // Экологический вестник научных центров ЧЭС. 2016. № 3. С. 78–86].

Tectonics, Deep Structure, Metallogeny of the Central Asian – Pacific Belts Junction Area, 2005. Explanatory Note to the 1:1500000 Tectonic Map. FEB RAS, Vladivostok–Khabarovsk, 264 p. (in Russian) [Тектоника, глубинное строение, металлогения области сочленения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского поясов: Объяснительная записка к Тектонической карте масштаба 1:1500000. Владивосток–Хабаровск: ДВО РАН, 2005. 264 с].

Timofeev Yu.V., Ardyukov D.G., Solov'ev V.M., Shibaev S.V., Petrov A.F., Gornov Yu.P., Shestakov N.V., Boiko E.V., Timofeev A.V., 2012. Plate Boundaries in the Far East Region of Russia (from GPS Measurement, Seismic-Prospecting, and Seismological Data). *Russian Geology and Geophysics* 53 (4), 376–391. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2012.03.002>.

Wei D., Seno T., 1998. Determination of the Amurian Plate Motion. In: M. Flower, S. Chung, C. Lo, T. Lee (Eds), *Mantle Dynamics and Plate Interaction in East Asia*. American Geophysical Union, p. 337–346. DOI:10.1029/GD027p0337.

Weizman P.S., Galperin E.I., Zverev S.M., Kosminskaya I.P., Krak'shina R.M., 1960. Some Data on the Structure of the

Earth's Crust in the Transition Zone from the Asian Continent to the Pacific Ocean. In: *Geological Results of Applied Geochemistry and Geophysics. Reports of Soviet Geologists at the XXI Session of the International Geological Congress*. Publishing House of the USSR Academy of Science, Moscow, p. 37–42 (in Russian) [Вейцман П.С., Гальперин Е.И., Зверев С.М., Косминская И.П., Кракшина Р.М. Некоторые данные о строении земной коры в переходной зоне от Азиатского континента к Тихому океану // Геологические результаты прикладной геохимии и геофизики: Доклады советских геологов на XXI сессии Международного геологического конгресса. М.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 37–42].

Zhizherin V.S., 2021. Modern Movements of the Earth's Crust in the Upper Amur Region and Modeling of Geodynamic Processes Based on GPS Observations. PhD Thesis (Candidate of Geology and Mineralogy). Irkutsk, 120 p. (in Russian) [Жижерин В.С. Современные движения земной коры Верхнего Приамурья и моделирование геодинамических процессов по данным GPS наблюдений: Дис. ... к. г.-м. н. Иркутск, 2021. 120 с.].

Zonenshain L.P., Savostin L.A., 1979. Introduction to Geodynamics. Nedra, Moscow, 311 p. (In Russian) [Зоненшайн Л.П., Савостин Л.А. Введение в геодинамику. М.: Недра, 1979. 311 с.].

Zonenshain L.P., Savostin L.A., 1981. Geodynamics of the Baikal Rift Zone and Plate Tectonics of Asia. *Tectonophysics* 76 (1–2), 1–45. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(81\)90251-1](https://doi.org/10.1016/0040-1951(81)90251-1).

Zonenshain L.P., Savostin L.A., Misharina L.A., Solonenko N.V., 1979. Geodynamics of the Baikal Rift Zone and Plate Tectonics of Inner Asia. In: *Geological, Geophysical and Underwater Studies of Lake Baikal*. Institute of Oceanology of the USSR Academy of Sciences, Moscow, p. 157–211 (in Russian) [Зоненшайн Л.П., Савостин Л.А., Мишарина Л.А., Солоненко Н.В. Геодинамика Байкальской рифтовой зоны и тектоника плит Внутренней Азии // Геолого-геофизические и подводные исследования озера Байкал. М.: ИО АН СССР, 1979. С. 157–211].