

УДК 550.34:551.1(470+571)

**ЛИТОСФЕРНЫЕ ПЛИТЫ И СЕЙСМИЧНОСТЬ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ****Стогний Г. А., Стогний В. В.**

LITHOSPHERE PLATES AND SEISMISITY OF THE NORTH-EAST RUSSIA

Stogny G. A., Stogny V. V.

Kuban State University, Krasnodar, 350040, Russia  
e-mail: stogny\_vv@mail.ru

*Abstract.* The lithosphere structure of the North-East Russia is determined Eurasian, North American, Okhotomorsk and Amur lithosphere plates. In this paper, the divisibility of the North-East Russia lithosphere is based on one's arguments on facts geology-geophysical data interpretation. It is shown that boundaries between Eurasian and North American plates in borders of the Verkhoyansk-Kolima orogenic region as well as Eurasian and Amur plates is determined the system of the deep tectonic faults. This system was formed in the Mesozoic tectonic stage resulted from interaction of the North Asia craton with terranes and micro-continent at present time considered as a parts of the North American and Amur lithospheric plates. The Olekma-Stanovoy seismic zone in accordance with the created geodynamic model of the interaction Eurasian and Amur lithospheric plates is separated into the two branches Kalaro-Chogar seismogenic fault. The zone of this fault is display as a non-seismicity because it is a zone of the differ-deep small blokes and not be zone of tectonic stress domain accumulated. The most seismic activity is wings of the interaction lithospheric plates on the distance to 200 km from the Kalaro-Chogar fault.

Deep boundary between Eurasian and North American plates is corresponded to the East-Verkhoyansk sutura, which was recognized by regional gravity anomaly as a gravity step. The epicenters earthquakes of the Arctic-Asia seismic belt in borders of the Verkhoyansk-Kolima orogenic region is spreading mainly west of Eurasian and North American lithospheric plates on the distance up to 400 km. Take it into consideration the forming of the seismotectonic process of the Verkhoyansk-Kolima orogenic region is connecting with the Verkhoyansk plum influence on the level Earth's crust – mantle.

*Keywords:* seismic belt, lithospheric plate, terrane, earthquake, Eurasian plate, North American plate, Okhotomorsk plate, Amur plate.

**Введение**

Первая схема литосферных плит Северо-Востока России, предложенная Л.П. Зоненшайном с соавторами [1], базировалась на характере распределения землетрясений — границам плит соответствовали сейсмические пояса. В дальнейшем при идентификации границ плит учитывались геологические и геофизические данные [2–4], при этом на имеющихся схемах общее число плит (Евразийская, Северо-Американская, Амурская и Охотоморская) остаётся неизменным, меняются лишь их границы.

Представления о положении и характере границы Евразийской плиты с Северо-Американской довольно противоречивы [1–3, 5–8].

Так, Н. И. Корчуганова [5] северо-восточную часть территории России рассматривает в пределах единой Евразийской плиты. По мнению Н. А. Богданова [6], различные трактовки положения границы Евразийской и Северо-Американской плит происходят не из-за невнимательности ученых к тем или иным особенностям строения обширного региона, включающего Северо-Восток Азии, Охотоморскую и Берингоморскую микроплиты, а в связи с желанием найти единую границу, дивергентную или конвергентную. А. Ф. Грачёв [2] полагает, что современная зрелая дивергентная граница между Евразийской и Северо-Американской плитами соответствует Анюйской шовной зоне и развивается под влиянием

Стогний Галина Александровна, д-р геол.-минерал. наук, профессор кафедры региональной и морской геологии Кубанского государственного университета; e-mail: stogny\_vv@mail.ru

Стогний Валерий Васильевич, д-р геол.-минерал. наук, профессор кафедры геофизических методов поисков и разведки Кубанского государственного университета; e-mail: stogny\_vv@mail.ru

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ (16-45-230343).



Рис. 1. Положение границы Евразийской плиты с Охотоморской по данным различных авторов: 1 — Н. А. Богданов [6]; 2 — В. С. Имаев и др. [8]; 3 — Т. К. Злобин [9]; 4 — Г. А. Стогний, В. В. Стогний [4]

янием системы мантийных плюмов. Согласно работам С. Д. Соколова [7], Южно-Анюйская сутура образовалась в результате столкновения Чукотского микроконтинента с активной окраиной Северо-Азиатского континента. По мнению В. С. Имаева с соавторами [8], сейсмическая активность Верхояно-Колымской складчатой области вызвана сближением в субширотном направлении Евразийской и Северо-Американской плит, с учётом этого область сгущения эпицентров землетрясений между верховьями р. Индигирка и северным побережьем Охотского моря интерпретируется как тройное сочленение Евразийской, Северо-Американской и Охотоморской плит (рис. 1).

Различия во взглядах на положение границы между Евразийской и Охотоморской плитами иллюстрирует рис. 1. В. С. Имаев с соавторами [8] и Т. К. Злобин [9] границу Евразийской плиты с Охотоморской отожд-

ествляют с зоной максимальных концентраций эпицентров землетрясений. В тектоническом отношении северная часть этой границы разбивает Охотский срединный массив Верхояно-Колымской складчатой области на два сегмента. Н. А. Богданов [6] границу Евразийской плиты с Охотоморской проводит вдоль береговой линии акватории Охотского моря.

Таким образом, несмотря на большое число проведенных в последние десятилетия специализированных исследований, проблема положения межплитных границ Северо-Востока России не получила однозначного решения. Вместе с тем, с её решением тесно связана проблема мониторинга и прогноза состояния территорий в сейсмоопасных зонах и создания их физико-математических моделей [10]. По нашему мнению, современное положение границы Евразийской плиты с Северо-Американской (в пределах Верхояно-

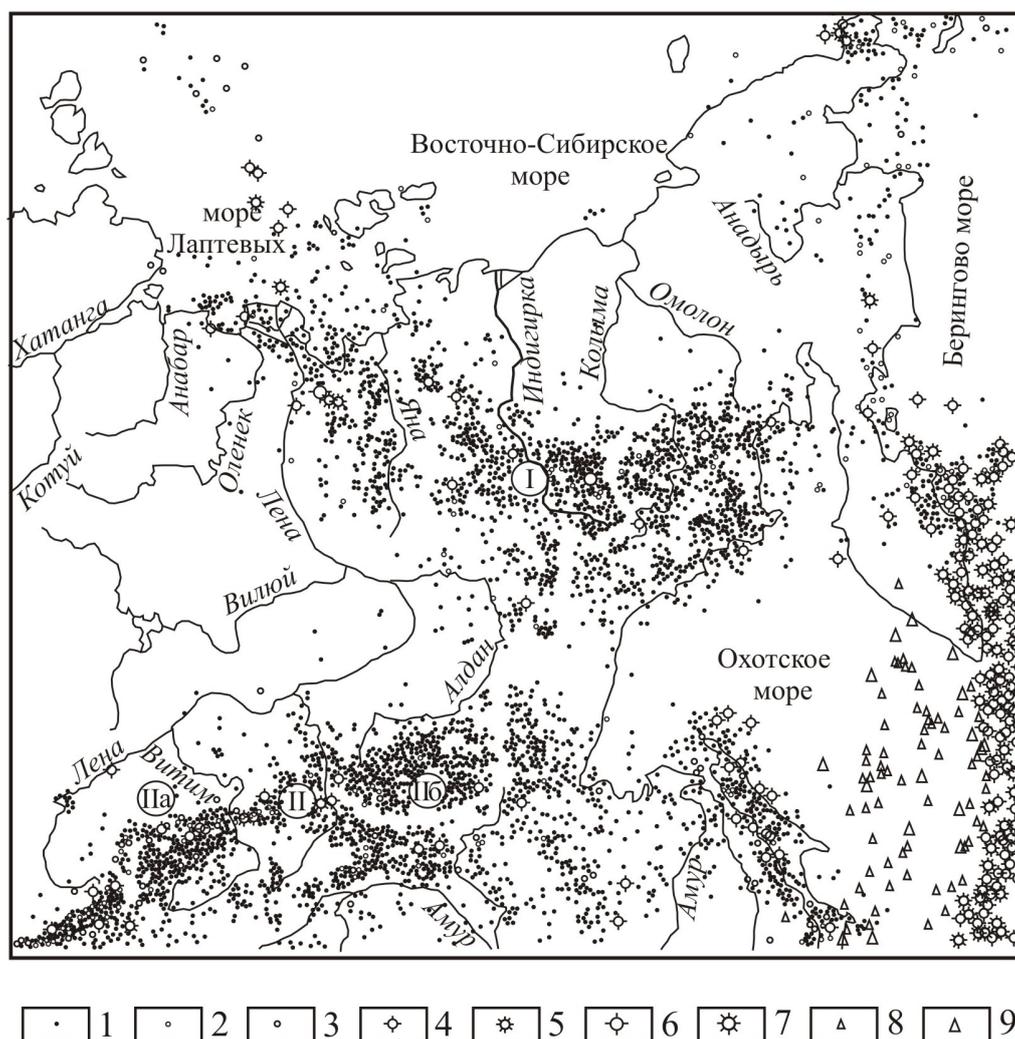


Рис. 2. Эпицентры землетрясений Арктико-Азиатского (I) и Байкало-Станового (II) сейсмических поясов по [8].

1–9 — эпицентры землетрясений с магнитудой  $M$  (кружки — коровые землетрясения, треугольники — мантийные): 1 —  $< 4,0$ ; 2 —  $4,0-5,0$ ; 3 —  $5,0-5,5$ ; 4 —  $5,5-6,0$ ; 5 —  $6,0-6,5$ ; 6 —  $6,5-6,7$ ; 7 —  $6,8$ ; 8 —  $6,0-6,9$ ; 9 —  $7,0$ . Сейсмические зоны: Па — Байкальская, Пб — Олёкмо-Становая

Колымской орогенной области), Амурской и Охотоморской плитами должно находить отражение в тектоническом и геологическом строении, геофизических полях и сейсмичности Северо-Востока России.

### 1. Сейсмичность Северо-Востока России

Северо-Восток России представляет собой область повышенной сейсмичности, в пределах которой обычно выделяют Байкало-Становую и Арктико-Азиатский сейсмические пояса (рис. 2).

**Байкало-Становой сейсмический пояс** представляет собой субширотную по-

лосу рассеянной сейсмичности от оз. Байкал до Охотского моря шириной более 400 км. В её пределах зафиксировано более 200 тысяч землетрясений различной интенсивности. По характеру напряжений в очагах землетрясений пояс делится на западную Байкальскую и восточную Олёкмо-Становую зоны, граница между которыми проводится либо по меридиану  $116^\circ$  в.д. [11], либо восточнее, в районе  $119^\circ$  в.д. [1].

Для Байкальской зоны характерен режим растяжения. В верхней части (10–20 км) земной коры Байкальской зоны происходит до 55 % событий, а в интервале 20–30 км — 32 % [12]. По данным В.Д. Суворова [13], очаги землетрясений, зарегистрированные в пе-

риод 2001–2005 гг. в Центральном Байкале, имели глубину 10–22 км при их максимуме 16–22 км.

Вырождение поля тектонических напряжений рифтового типа наблюдается в междуречье Чары и Олёкмы (Удоканский район), а восточнее, в Олёкмо-Становой сейсмической зоне от правобережья р. Олёкмы до Охотского моря, действует режим сжатия [14]. Эпицентры землетрясений Олёкмо-Становой сейсмической зоны в тектоническом отношении концентрируются главным образом в контурах Алдано-Станового щита. В пределах зоны зафиксировано более 20 тыс. событий различной интенсивности. Среди сильных землетрясений следует отметить: Южно-Якутское (20.04.1989 г.,  $M = 6,6$ ), Ньюжинское (05.01.1958 г.,  $M = 6,5$ ), Олёкминское (14.09.1958 г.,  $M = 6,4$ ) и Тас-Юряхское (18.01.1967 г.,  $M = 7,0$ ). Олёкминское, Ньюжинское и Тас-Юряхское землетрясения составляют Олёкминский максимум сейсмичности, в пределах которого регистрируется до 100 сейсмических событий в год [8]. Гипоцентры землетрясений Олёкмо-Становой сейсмической зоны локализованы практически на всех уровнях земной коры, от 3 до 44 км, из 680 определений глубины очага за период 1976–1988 гг. более 500 находятся в верхнем (8–20 км) слое земной коры.

К Олёкмо-Становой сейсмической зоне часто относят землетрясения о. Сахалин. На о. Сахалин за 10 лет в среднем происходит одно землетрясение с магнитудой  $M > 6$  и около 10 событий с  $M > 5$ . Сейсмичность Сахалина разделяется на коровую (0–30 км) и мантийную (250–650 км) в основном в интервале 280–350 км. Глубокофокусные землетрясения связаны с проходящей под островом Курило-Камчатской сейсмофокальной зоной. Очаги коровых землетрясений локализованы в основном в интервале 10–20 км [15].

**Арктико-Азиатский сейсмический пояс.** Землетрясения Верхояно-Колымской орогенной области объединяют в Арктико-Азиатский сейсмический пояс, подразделяемый на Хараулахскую сейсмическую зону и зону хр. Черского [8]. В пределах зоны перехода между Евразией и Америкой эпицентры землетрясений с  $M > 3$  расположены хаотически, подчеркивая в первую очередь границы отдельных микроплит и характер их перемещения, а не положение единой линии раздела [6].

Эпицентры землетрясений Хараулахской зоны тяготеют к Хараулахскому хребту субдолготного простирания, в южной части которого в 1927–1928 гг. произошло 5 сильных Булунских землетрясений с  $M = 5,8–6,8$  на глубине 15–20 км. Гипоцентры землетрясений данной зоны сосредоточены в интервале 5–35 км при максимальной частоте сейсмических событий на глубине 15 км.

Наиболее сейсмоопасной областью начала XXI в. является центральная часть зоны хр. Черского. Здесь зарегистрирована серия землетрясений с  $M > 5$ , наиболее сильные среди которых — Андрей-Тасское (22.06.2008 г.,  $M = 6,1$  интенсивностью до 8 баллов) и Абыйское (14.02.2013 г.,  $M = 6,9$  интенсивностью до 8 баллов). Южнее 18.05.1971 г. произошло одно из самых сильных на Северо-Востоке России Артыкское землетрясение ( $M = 6,6–6,8$ ). В юго-западной части зафиксированы главным образом землетрясения с  $M = 4,0–5,5$ , одно из которых — Юдомское (30.09.1971 г.,  $M = 5,5$ ). Также следует отметить Сетте-Дабанское землетрясение (14.04.1951 г.,  $M = 6,5$ ) в центральной части Кыллахской тектонической зоны. Очаги землетрясений сосредоточены главным образом в интервале 15–20 км земной коры.

## 2. Границы литосферных плит по комплексному анализу сейсмичности и геолого-геофизических материалов

Геодинамическую обстановку на границах Евразийской плиты с Северо-Американской (в пределах Верхояно-Колымской орогенной области) и с Амурской плитами практически все исследователи характеризуют как условия сжатия, то есть область взаимодействия плит отражает процессы коллизии. Это могут быть как продолжающиеся процессы мезозойской коллизии, в результате которых были сформированы Верхоянский и Становой орогенные пояса, так и современные процессы формирования границ плит. Тектоническим выражением зоны коллизии является сутура или шовная зона, маркёром которой обычно являются офиолиты и (или) метаморфические породы высоких давлений (гранулиты, эклогиты), а сформированный коллизионный ороген обычно представляет покровно-складчатое сооружение, часто перекрывающее шовную зону.

В тектоническом отношении современное положение границы Евразийской плиты с Северо-Американской (в пределах Верхояно-Колымской складчатой области) и с Амурской плитой на уровне земной коры определяется системой границ, сформированных в мезозойский тектоно-магматический этап в области взаимодействия докембрийского Северо-Азиатского кратона с блоками (террейнами) и микроконтинентами, вошедшими в последующем в контуры Северо-Американской и Амурской плит. При таких условиях глубинная межплитная граница будет соответствовать контурам докембрийского Северо-Азиатского кратона, а на поверхности — тектоническим нарушениям орогенных поясов верхней части земной коры. Морфология границы в последнем случае может быть самой разнообразной. Наличие глубинной межплитной границы и разломов орогенных поясов создают различные сейсмогеодинамические условия на всех уровнях земной коры. По Л.М. Парфёнову с соавторами [3], контуры Северо-Азиатского кратона оформились после раскола протерозойского суперконтинента Родиния в конце позднего рифея — начале венда, его восточная граница отождествляется с Адыча-Тарынским разломом, а юго-восточная — с Монголо-Охотским разломом.

Обоснование глубинных ограничений восточной части Северо-Азиатского кратона проведено по анализу геолого-геофизических материалов, в первую очередь структуры гравитационного поля, а также имеющихся данных по глубинному строению Северо-Востока России. На основании такого подхода за глубинные ограничения восточной части Северо-Азиатского кратона нами приняты Лаптевоморская, Восточноверхоянская, Охотоморская и Каларо-Чогарская сuture (рис. 3). В области влияния этих сатур в соответствующих геодинамических обстановках сформированы орогенные мезозойские складчатопокровные сооружения.

С юго-востока Северо-Азиатский кратон ограничен Каларо-Чогарской и Охотоморской сатурами. Каларо-Чогарская сатура на поверхности трассируется Становым мезозойским поясом гранитоидов и соответствует протяжённой (более 1000 км) градиентной ступени гравитационного поля [4].

Восточное глубинное ограничение — Восточноверхоянская сатура выделена по гравитационной ступени регионального Верхоян-

ского гравитационного минимума и частично выражена на поверхности разломом Улахан. Положение Лаптевоморской сature обосновано по зоне интенсивных линейных гравитационных минимумов северо-западного простирания. К Лаптевоморской сature приурочены очаги землетрясений Лено-Таймырской полосы, которая прослежена через дельту р. Лена вдоль побережья Оленёкского залива моря Лаптевых к полуострову Таймыр [16]. В Лено-Таймырской полосе зафиксировано более 300 слабых землетрясений с северо-восток – юго-западной ориентацией напряжений растяжения в очаге, совпадающей с простиранием Лаптевоморской сature, что также указывает на её глубинное заложение.

Охотоморская сатура соответствует северной части Пограничной гравитационной ступени и глубинному разлому, в зоне которого сформирован Охотско-Чукотский вулканогенный пояс.

Сейсмогеодинамическая модель Олёкмо-Становой сейсмической зоны в области взаимодействия Евразийской и Амурской континентальных плит по Каларо-Чогарскому межплитному разлому представлена на рис. 4. Фронтальные части плит (на расстоянии до 200 км) представляют собой области максимального сдвиго- и надвигообразования. В данных условиях дифференцированные по вертикали и горизонтали движения блоков III–IV порядков способствовали широкому развитию сейсмогенерирующих структур, контролируемых слабыми землетрясениями верхней части земной коры (до глубины 10 км). Природа землетрясений нижней части земной коры, по нашему мнению, иная. Преобладающим компонентом механизма очагов землетрясений здесь является различная подвижность реологически разнородных слоев.

В рамках данной модели Олёкмо-Становая сейсмическая зона Каларо-Чогарским межплитным разломом разделена на две ветви, при этом области интенсивного проявления сейсмичности расположены во фронтальных частях Евразийской и Амурской плит (рис. 4). Практически асейсмичная зона Каларо-Чогарского межплитного разлома, по-видимому, представляет собой меланж мелких разноглубинных блоков и не является областью накопления напряжений.

Рассеянная сейсмичность зоны хр. Черского локализована главным образом западнее межплитной границы Евразийской и Северо-Американской плит на расстоянии бо-

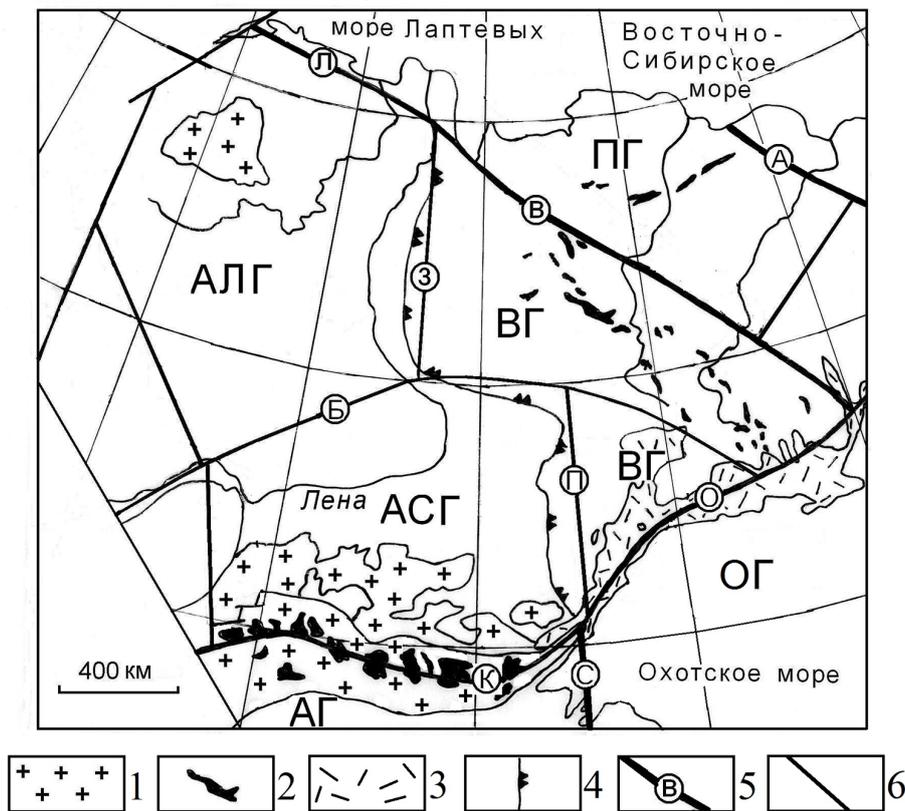


Рис. 3. Делимость литосферы Северо-Востока России по результатам анализа геолого-геофизических материалов:

- 1 — выходы раннекембрийских метаморфических пород; 2 — мезозойские граниты;
- 3 — Охотско-Чукотский вулканогенный пояс; 4 — граница Сибирской платформы с Верхояно-Чукотской складчатой областью; 5 — глубинные межплитные границы:
- Л — Лаптевоморская, В — Восточноверхоянская, О — Охотоморская, К — Каларо-Чогарская, А — Ануйская, С — Сахалинская; 6 — межгеоблоковые разломы: Б — Байкало-Вилойский; З — Западноверхоянский, П — Присеттедабанский; Геоблоки кристаллического фундамента: АЛГ — Анабаро-Ленский, АСГ — Алдано-Становой, ВГ — Верхоянский, ПГ — Приморский, ОГ — Охотоморский

более 400 км (рис. 1, 2). В данном случае природа землетрясений определяется как процессами взаимодействия плит, так и внутренними напряжениями на уровне кора-мантия. К наиболее активно сейсмогенерирующим нарушениям консолидированной земной коры следует отнести Восточноверхоянскую сутуру (рис. 3), которая отождествляется с глубинным проявлением межплитной границы. Также отмечается приуроченность очагов землетрясений с  $M > 5$  к разломам кристаллического фундамента Верхояно-Колымской орогенной области [17].

На уровне кора-мантия формирование рассеянной сейсмичности Верхояно-Колымской орогенной области связывается с воздействием верхнемантийного плюма [14]. В

результате этого процесса происходит перестройка нижней части земной коры, что вызывает разноуровневые движения блоков в её верхней части, в пределах которой происходит формирование полей тектонических напряжений и их разрядка посредством землетрясений. Аналогичная геодинамическая обстановка — наличие астенотинзы в земной коре Большого Кавказа протяжённостью до 600 км, приводит к проявлению землетрясений данного участка Крымско-Кавказского сейсмического пояса [18]. С позиций тектоники плит высокая сейсмическая активность Крымско-Кавказского сегмента Средиземноморского подвижного пояса связывается с механизмом коллизии Евразийской и Аравийской плит [1].



Рис. 4. Сейсмогеодинамическая модель Олёкмо-Становой сейсмической зоны Байкало-Станового пояса.

- 1 — области максимальной концентрации землетрясений Олёкмо-Становой сейсмической зоны;  
 2 — границы Станового мегаблока Алдано-Станового геоблока; 3 — межплитная граница Евразийской и Амурской литосферных плит — Каларо-Чогарская сутура; 4-5 — направления тектонических напряжений в мезозойский тектоно-магматический этап: 4 — на уровне верхней (0–15 км) части земной коры, 5 — на уровне нижней (15–50 км) части земной коры

Таким образом, тектонические процессы на границе Евразийской плиты в пределах территории России на северо-востоке проявляются Арктико-Азиатским и Байкало-Становым сейсмическими поясами, а на юге — Крымско-Кавказским сейсмическим поясом. В связи с этим актуальной является проблема сравнительного анализа сейсмогеодинамических моделей Большого Кавказа, Алдано-Становой щита и Верхояно-Колымской орогенной области, что позволит выполнить увязку глубинных неоднородностей литосферы и их эволюции с напряжённо-деформированным состоянием земной коры и верхней мантии сейсмоопасных регионов как основы сеймотектонического районирования и пространственно-временного прогноза землетрясений.

### Литература

1. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. Кн. 2. М.: Наука, 1990. 334 с.
2. Грачёв А.Ф. Мантийные плюмы, рифтогенез и геодинамика // Тектоника, геодинамика и процессы магматизма и метаморфизма. М.: ГЕОС, 1999. С. 218–224.
3. Парфёнов Л.М., Берзин Н.А., Ханчук А.И. и др. Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии // Тихоокеанская геология. 2003. Т. 22. № 6. С. 7–41.
4. Стогний В.В., Стогний Г.А. Тектонические условия сейсмичности Алдано-Станового геоблока // Геология и разведка. 1997. № 6. С. 27–33.
5. Корчуганова Н.И. Неоген-четвертичная тектоника и геодинамические условия формирования орогенов Востока Азии. М.: Изд. МГУ. 2000. 160 с.
6. Богданов Н.А. Проблема раздела Евразийской и Северо-Американской литосферных плит Восточной Арктики // Геотектоника. 1998. № 2. С. 4–15.
7. Соколов С.Д. Аккреционная тектоника (современное состояние проблемы) // Геотектоника. 2003. № 1. С. 3–18.
8. Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Сеймотектоника Якутии. М.: ГЕОС, 2000. 227 с.
9. Злобин Т.К. Тектонические границы Охотской литосферной плиты / В сб. Тектоника, глубинное строение и геодинамика Востока Азии: III Косыгинские чтения. Хабаровск. 2001. С. 142–159.
10. Бабешко В.А., Евдокимова О.В., Рядчиков И.В. и др. Развитие новых наукоёмких методов мониторинга и прогноза состояния территорий в сейсмоопасных и оползнеопас-

- ных зонах // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. 2013. № 3. С. 13–20.
11. Милшарина Л.А. Напряжённое состояние земной коры в районах БАМ по данным о механизме очагов землетрясений / В сб. Геологические и сейсмические условия района Байкало-Амурской магистрали. Новосибирск: Наука, 1978. С. 150–161.
  12. Гилёва Н.А., Мельникова В.И., Радзиминovich Н.А., Девершер Ж. Локализация землетрясений и средние характеристики земной коры в некоторых районах Прибайкалья // Геология и геофизика. 2000. Т. 41. С. 629–636.
  13. Суворов В.Д., Тубанов Ц.А. Распределение очагов близких землетрясений в земной коре под Центральным Байкалом // Геология и геофизика. 2008. Т. 49. № 8. С. 805–818.
  14. Стогний Г.А., Стогний В.В. Геофизические поля восточной части Северо-Азиатского кратона. Якутск: Сахаполиграфиздат. 2005. 174 с.
  15. Родкин М.В., Тихонов И.Н. Новая модель параметризации сейсмического режима и прогностические аспекты её применения в Сахалинском регионе // Вулканонология и сейсмология. 2012. № 3. С. 73–86.
  16. Козьмин Б.М., Имаев В.С., Имаева Л.П. и др. Сейсмичность и поля тектонических напряжений Лаптевоморского шельфа / В сб. Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. Иркутск: ИЗК СО РАН. 2005. С. 121–124.
  17. Стогний Г.А., Стогний В.В. Сейсмотектоническая модель Верхояно-Колымской орогенной области (Северо-Восток России) // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. 2014. № 4. С. 79–87.
  18. Туллиани Л.И. Сейсмичность и сейсмическая опасность: на основе термодинамических и реологических параметров тектоносферы. М.: Научный мир, 1999. 216 с.
  4. Stogniy G.A., Stogniy V.V. Tektonicheskie usloviya seysmichnosti Aldano-Snanovogo geobloka [Tectonics conditions of Aldan-Stanovoy geoblock seismicity]. *Geologiya i razvedka* [Geology and exploration], 1997, no. 6, pp. 27–33. (In Russian)
  5. Korchuganova N.I. Neogen-chetvertichnaya tektonika i geodinamicheskie usloviya formirovaniya orogenov Vostoka Azii [Neogene-quaternary tectonics and geodynamic condition forming of East Asia ogens. Moscow, MSU Publ., 2000, 160 p. (In Russian)
  6. Bogdanov N.A. Problema razdela Evraziatskoy i Severo-Amerikanskoj plit Vostochnoy Arktiki [Problem of the border between Eurasian and North American plates of East Arctic]. *Geotektonika* [Geotectonics], 1998, no. 2, pp. 4–15. (In Russian)
  7. Sokolov S.D. Akkretionnaya tektonika (sovremennoe sostoyanie problemy) [Accretion tectonics (modern state of ptolem)]. *Geotektonika* [Geotectonics], 2003, no. 1, pp. 3–18. (In Russian)
  8. Imaev V.S., Imaeva L.P., Koz'min B.M. *Seysmotektonika Yakutii* [Seismotectonics of Yakutia]. Moscow, GEOS Publ., 2000, 227 p. (In Russian)
  9. Zlobin T.K. Tektonicheskie granitsy Okhotskoy litosfernoj plity [Tectonic borders of Okhotsk lithospheric plate]. In *Tektonika, glubinnoe stroenie i geodinamika Vostoka Azii: III Kosygin'skie chteniya* [Tectonic, deep structure and geodynamic of East Asia], Khabarovsk, 2001, pp. 142–159. (In Russian)
  10. Babechko V.A., Evdokimova O.V., Ryadchikov I.V. et al. Razvitie novykh naukoiomkikh metodov monitoringa i prognoza sostoyaniya territorii v seysmoопасnykh i opolzneопасnykh zonakh [The development of the new science intensive methods of the territories condition in seismic- and landslide-dangerous areas monitoring and forecast]. *Ecologicheskij vestnik nauchnykh tsentrov Chernomorskogo ekonomicheskogo sotrudnichestva* [Economical Bulletin of Research Centers of the Black Sea Economic Cooperation], 2013, no. 3, p. 13–20. (In Russian)

### References

1. Zonenshain L.P., Kuz'min M.I., Natapov L.M. In *Tektonika litosfernykh plit territorii SSSR. Kn. 2* [Lithosphere plates tectonics of the USSR territory, vol. 2]. Moscow, Nauka Publ., 1990, 334 p. (In Russian)
2. Grachev A.F. Mantiynye pliumy, riftogenez i geodinamika [Plumes of grown, riftogenesis and geodynamics]. *Tektonika, geodinamika i protsessy magmatizma i metamorfizma* [Tectonics, geodynamics and processes of magmatizm and metamorphism]. Moscow, GEOS Publ., 1999, pp. 218–224. (In Russian)
3. Parfenov L.M., Berzin N.A., Khanchuk A.I. et al. Model formirovaniya orogennykh poyasov Tsentral'noy i Severo-Vostochnoy Azii [The forming
11. Misharina L.A. Napryadzennoe sostoyanie zemnoy korij v rayonakh BAM po dannym o mekhanizme ochagov zemletryaseniy [Strain condition of the Earth's crust in the BAM regions according to mechanisms earthquake focal data]. *Geologicheskie i seysmicheskie usloviya rayona Baykalo-Amurskoy magistrali* [Geology and seismology conditions of the Baikal-Amur main line region]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1978, pp. 150–161. (In Russian)
12. Gileva N.A., Melnikova N.A., Radziminovich

- V.I., Devensher G. Localizatsiya zemletryaseniy i srednie kharakteristiki zemnoy koriy v nekotorykh rayonakh Pribaykal'ya [Localization of earthquakes and average Earth's crust characteristics in some Baikal regions]. *Geologiya i geofizika* [Geology and Geophysics], 2000, vol. 41, pp. 629–636. (In Russian)
13. Suvorov V.D., Tubanov Ts.A. Raspredelenie ochagov blizkikh zemletryaseniy v zemnoy kore pod Tsentralnym Baikalom [Distribution of local earthquakes in the crust beneath Central Lake Baikal]. *Geologiya i geofizika* [Geology and Geophysics], 2008, vol. 49, no. 8, pp. 805–818. (In Russian)
14. Stogniy G.A., Stogniy V.V. *Geofizicheskie polya vostochnoy chasti Severo-Aziatskogo kratona* [Geophysical fields of North-Asia Eastern Part craton]. Yakutsk, Sakhapoligrafisdat Publ., 2005, 174 p. (In Russian)
15. Rodkin M.V., Tikhonov I.N. Novaya model parametrizatsii seysmicheskogo redzima i prognosticheskie aspekty ee primeneniya v Sakhalinskom rayone [A new model for seismicity parameterization and predictive aspects of its application to the Sakhalin region]. *Vulkanologiya i seismologiya* [Volcanology and seismology], 2012, no. 3, pp. 73–86. (In Russian)
16. Koz'min B.M., Imaev V.S., Imaeva L.P. et al. Seysmichnost i polya tektonicheskikh napryadzeniy Laptevomorskogo shel'fa [Seismicity and tectonics strains fields of the Lapteva Sea shelf]. In *Sovremennaya geodinamika i opasnye prirodnye protsessy v Tsentral'noy Azii* [Modern geodynamics and nature dangerous processes at Central Asia]. Irkutsk, IZK SO RAN Publ., 2005, pp. 121–124. (In Russian)
17. Stogniy G.A., Stogniy V.V. Seysmotektonicheskaya model Verkhoyano-Kolymnskoj orogennoy oblasti (Severo-Vostok Rossii) [Sesmotectonic model of the Verkhoyansk-Kolyma orogenic region (Northeast of Russia)]. *Ekologicheskii vestnik nauchnykh tsentrov Chernomorskogo ekonomicheskogo sotrudnichestva* [Economical Bulletin of Research Centers of the Black Sea Economic Cooperation], 2014, no. 4, pp. 79–87. (In Russian)
18. Tuliani L.I. *Seysmichnost i seysmicheskaya opasnost: na osnove termodinamicheskikh i reologicheskikh paramertov tektonosfery* [Seismicity and Earthquake risk: on the base of the thermodynamic and rheological parameters of tectonosphere]. Moscow, Nauchnyi mir Publ., 1999, 216 p. (In Russian)