© Авторы 2022 г. Открытый доступ. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution License 4.0 International (CC BY 4.0)

УДК 551.248.2+550.341

© The Authors 2022. Open access.

Content is available under Creative Commons Attribution
License 4.0 International (CC BY 4.0)

https://doi.org/10.30730/gtrz.2022.6.1.005-012

Структурно-геологическое изучение зоны влияния центральной части Западно-Сахалинского разлома

 $HO.\ B.\ Kocmpos,\ \Pi.\ A.\ Kamehes,\ B.\ A.\ Дегтярев^*$

*E-mail: degtyarevvladislav96@yandex.com

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

Реферат. В рамках комплексных полевых исследований по изучению геологических и структурных характеристик горных пород в районе с. Бошняково – пос. Шахтерск (Углегорский район о. Сахалин) выполнены структурно-геологические исследования. Показано, что смена структурно-фациальных зон кайнозойского разреза (от среднего эоцена до нижнего миоцена) происходит в междуречье Оннай – Гончаровка. Задокументированы крупные зеркала скольжения в предполагаемой зоне Лесогорско-Углегорского землетрясения $1924\,\mathrm{r.c}\,\mathrm{M_{LH}} = 7.0.$ Проведены детальные измерения пространственной ориентировки зеркал скольжения с целью реконструкции тектонических напряжений тектонофизическими методами. В структуре изученных зеркал скольжения преобладает горизонтальное растяжение, реже определяется горизонтальное растяжение в сочетании со сдвигом.

Ключевые слова: кремнистые отложения, напряжения, геологическое строение, тектонические нарушения, зеркала скольжения, трещиноватость

Structural and geological study of the zone of influence of the central part of the West Sakhalin fault

Yurii V. Kostrov, Pavel A. Kamenev, Vladislav A. Degtyarev*

*E-mail: degtyarevvladislav96@yandex.com

Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Abstract. Structural and geological studies were carried out as part of a comprehensive field research for studying the geological and structural characteristics in the area of the village of Boshnyakovo – the town of Shakhtyorsk (the Uglegorsky district, Sakhalin Island). It is shown that the change of the structural-facies zones of the Cenozoic section (from the Middle Eocene to the Lower Miocene) occurs in the Onnai – Goncharovka interfluve. Large slickensides have been documented in the supposed zone of the Lesogorsk-Uglegorsk earthquake of 1924 with $M_{LH} = 7.0$. Detailed measurements of the spatial orientation of slickensides were carried out in order to reconstruct tectonic stresses by tectonophysical methods. There is a predominance of horizontal extension in the structure of the studied slickensides, less often horizontal extension in combination with shear.

Keywords: siliceous deposits, stresses, geological structure, tectonic disturbances, slickensides, fracturing

Для цитирования: Костров Ю.В., Каменев П.А, Дегтярев В.А. Структурно-геологическое изучение зоны влияния центральной части Западно-Сахалинского разлома. *Геосистемы переходных зон*, 2022, т. 6, № 1, с. 5–12. https://doi.org/10.30730/gtrz.2022.6.1.005-012

For citation: Kostrov Yu.V., Kamenev P.A., Degtyarev V.A. Structural and geological study of the zone of influence of the central part of the West Sakhalin fault. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2022, vol. 6, no. 1, pp. 5–12. (In Russ., abstr. in Engl.). https://doi.org/10.30730/gtrz.2022.6.1.005-012

Введение

В мае 2021 г. сотрудниками Института морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИМГиГ ДВО РАН) были проведены полевые исследования естественных обнажений в районе с. Бошняково – пос. Шахтерск (Углегорский район о. Сахалин), продолжающие серию тектонофизических исследований, выполненных

совместно ИМГиГ ДВО РАН и Институтом физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН (ИФЗ РАН) [1, 2, 3]. Следует отметить, что в той или иной степени методики, использованные в нашей работе, применялись ранее другими исследователями как на западном побережье о. Сахалин [4, 5], так и в других регионах России и ближнего зарубежья [6, 7]. При этом, несмотря на внушительный объем проделанной работы [4, 5],

район исследования, затронутый в настоящей статье, не был изучен.

Основными задачами полевых работ являлись изучение области перехода Александровской структурно-фациальной зоны (СФЗ) в Углегорско-Чеховскую, геодинамической активности региона; измерения элементов зеркал скольжения как геологических индикаторов тектонических напряжений. Подобные исследования в Углегорском районе о. Сахалин ранее уже проводились сотрудниками ИМГиГ ДВО РАН и ИФЗ РАН [2, 3], и текущий этап работ можно расценивать как их продолжение. В ходе экспедиции выявлены и задокументированы крупные зеркала скольжения, которые ранее не были отмечены на территории Сахалина. Кроме того, обнаружены другие признаки высокой геодинамической активности региона – естественные выходы на поверхность сероводорода [8].

Полевые исследования и фактический материал

Исследования проходили на западном побережье о. Сахалин, в пределах Западно-Сахалинского осадочного бассейна (ОБ). Тектоника района обусловлена влиянием Западно-Сахалинского разлома, проходящего вдоль береговой линии, и оперяющими разрывными нарушениями второго порядка. Этим объясняется блочное строение кайнозойской толщи разреза, по типу «клавиш», со значительными вертикальными смещениями [9, 10]. В геологическом плане данный участок интересен тем, что здесь происходит резкое изменение условий осадконакопления кайнозойских отложений и смена Александровской СФЗ на Углегорско-Чеховскую [11, 12]. Стратиграфическим совещанием 1994 г. граница СФЗ утверждена по р. Августовка, однако данное разграничение, на наш взгляд, следует считать условным, поскольку изменения фациальных условий происходили постепенно – сверху вниз по разрезу и с севера на юг по латерали в пределах зоны от р. Августовка до р. Лесогорка, причем замещаются и выклиниваются морские и вулканогенные отложения. Состав прибрежно-континентальных – угленосных фаций меняется незначительно.

Несмотря на хорошую обнаженность пород и изученность района, единого мнения по вопросу положения границы Александровской и Углегорско-Чеховской СФЗ не существует.

Не решена эта проблема и при издании Государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 третьего поколения [10]. Наиболее детально изучен разрез по р. Августовка (например, [12]), его определенно можно отнести к Александровской СФЗ, кроме курасийской свиты, которая появляется в разрезе севернее устья реки. Кроме того, в монографии [12] в устье р. Августовка показан небольшой блок отложений холмской свиты. Однако южнее, на р. Оннай, авторами данной статьи в 2018–2019 гг. был изучен разрез, в котором, по литологическим признакам, ниже верхнедуйской свиты залегают вулканогенно-осадочные отложения хойнджинской и глинистые алевролиты геннойшинской свиты. На р. Гончаровка, расположенной южнее р. Оннай, авторы наблюдали кайнозойский разрез, литологически соответствующий Углегорской СФЗ. Таким образом, по нашему мнению, смена структурно-фациальных зон кайнозойского разреза (от среднего эоцена до нижнего миоцена) проходит в междуречье Оннай – Гончаровка. Конечно, подобное утверждение требует более представительных доказательств, но это уже материал для отдельной работы.

Исследования проведены в 10 точках наблюдения (т. н.) в породах кайнозойского комплекса — от каменской (P_2 km) до курасийской (N_1 kr) свиты (рис. 1). Все данные имеют пространственную привязку, полученную с помощью оборудования спутниковой геодезии GPS / ГЛОНАСС.

В рамках экспедиции задокументировано 97 зеркал скольжения различного масштаба, из них 44 высокой степени достоверности (см. таблицу). Выполнены измерения элементов зеркал скольжения с определением кинематического типа относительного смещения бортов нарушения.

Описание результатов наблюдений дается в направлении с севера на юг района исследований. Северная часть маршрута проходила по р. Августовка, где проводится граница структурно-фациальных зон. Данный участок характеризуется крутыми углами залегания пород – до 70°.

Точка наблюдения **21085** расположена вблизи границы меловых и палеогеновых отложений, в поле развития каменской свиты (P_2km) , сложенной преимущественно переслаиванием песчаников и конгломератов, с преобладанием последних. Разрез изучался во врезе

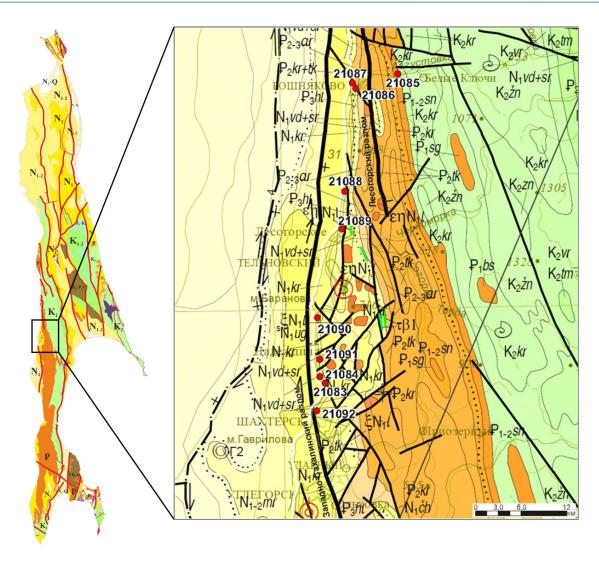


Рис. 1. Карта фактического материала (на основе Государственной геологической карты РФ м-ба 1:1 000 000, 2016 г.). (https://vsegei.ru/ru/info/pub_ggk1000-3/Dalnevostochnaya/m-54.php).

Fig. 1. Map of the actual material (based on the State Geological Map of the Russian Federation at 1:1 000 000, 2016). (https://vsegei.ru/ru/info/pub_ggk1000-3/Dalnevostochnaya/m-54.php).

Таблица. Данные о выявленных и описанных зеркалах скольжения **Table.** Data on the identified and described slickensides

Точки наблюдения, привязка	Количество зеркал скольжения (в т.ч. высокой достоверности)
21083 (мыс Лесовского, юг)	10 (1)
21084 (мыс Лесовского, север)	10 (6)
21085 (р. Августовка)	10 (10)
21086 (устье р. Августовка)	10 (7)
21087 (устье р. Августовка)	8 (3)
21088 (р. Гончаровка)	9 (–)
21089 (пос. Лесогорск)	11 (7)
21090 (р. Каменка)	11 (6)
21091 (р. Надеждинка)	8 (2)
21092 (протока оз. Тауро)	10 (2)
Итого	97 (44)

местами слабо выветренные, «освеженные» при ремонтных работах. В полотне дороги на-

дороги в левом борту р. Августовка. Породы блюдаются сероводородные источники (гео-





Рис. 2. Точка наблюдения 21085. Крупное зеркало скольжения в конгломератах каменской свиты (слева). Сероводородный источник на границе мела и палеогена (справа).

Fig. 2. Observation point 21085. A large slickenside in the conglomerates of the Kamensk Formation (left). Hydrogen sulfide source at the boundary of the Cretaceous and Paleogene (right).



Рис. 3. Крупное зеркало скольжения на левом берегу р. Августовка (т. н. 21085). Fig. 3. Large slickenside on the left bank of the Augustovka River (o. p. 21085).

химический признак активного, проводящего разлома [8]) (рис. 2).

Точка расположена в зоне влияния субширотного разлома, вдоль которого протекает

> р. Августовка. Разрывное нарушение было заложено, вероятно, в палеоцене, но, судя по сероводородным источникам и относительно хорошо сохранившимся многочисленным зеркалам скольжения, возобновилось в сахалинскую фазу складчатости и является активным до настоящего времени. Отдельного упоминания заслуживает крупное зеркало скольжения размером 10 × 6 м (рис. 3). Плоскость сместителя расположена на поверхности конгломератов крупной фракции. При этом зеркало и борозды скольжения одинаково четко прослеживаются как на цементной матрице, так и на крупной гальке породы. Азимут простирания плоскости сместителя – 113°, следы скольжения образованы правым сдвигом, что очевидно указывает на субширотную ориентацию горизонтального сжатия. Столь мощное смещение может быть реализовано лишь крупным сейсмическим событием, каковым могло быть Лесогорско-Углегорское землетрясение 1924 г. с $M_{LH} = 7.0$. Подобное по масштабу зеркало было также найдено и задокументировано в точке 21089, на северном въезде в пос. Лесогорск.

Точки наблюдения 21086 и 21087 расположены во врезе дороги в правом борту долины, в устье р. Августовка. Благодаря крутым углам падения в одном обнажении наблюдается верхняя часть хойнджинской (холмской) свиты, полный разрез верхнедуйской и нижняя часть курасийской свиты. Тектоника в обеих точках наблюдения связана с диагональным разломом северо-западного простирания, оперяющим Западно-Сахалинский и Лесогорский разломы.

Точка наблюдения 21088 находится во врезе дороги в правом борту долины р. Гончаровка. В придорожном карьере вскрыта интрузия эссекситов Лесогорского комплекса, внедренная в породы курасийской свиты, представленные кремнистыми алевролитами, туфами, туфопесчаниками. Контакт очень неровный, с апофизами. Интрузия внедрена по субмеридиональному разлому (взбросу), расположенному между Лесогорским и Западно-Сахалинским разломами.

Точка наблюдения 21089 находится в правом борту долины р. Лесогорка. В небольшом карьере вскрыт разрез верхнедуйской свиты, представленный песчаниками среднезернистыми, туфопесчаниками крупнозернистыми, туфами трахибазальтов. По трещинам минерализация кальцита, в раздувах до 6 см. Породы

раздроблены, склоны карьера интенсивно осыпаются.

В обнажении зафиксировано 11 зеркал скольжения, в том числе крупное зеркало скольжения размером 5×10 м (рис. 4). Азимут простирания плоскости сместителя -134° , следы скольжения образованы левым сдвигом, что очевидно указывает на субширотную ориентацию горизонтального сжатия.

Точка наблюдения **21090** в береговомобрывев 200 мюжнее устья р. Каменка, в приподошвенной части курасийской свиты на границе с верхнедуйской. Алевролиты кремнисто-глинистые, черные, пластинчато-щебенчатые, с редкими линзовидными слойками кремнистых алевролитов. Азимут падения 245°, угол падения 70°.

Тектонически участок локализован в зоне влияния Западно-Сахалинского разлома и оперяющего разрывного нарушения северо-западного простирания, по которому проходит долина р. Каменка. Местами наблюдается довольно интенсивное смятие пород.

Точка наблюдения 21091 расположена в придорожном

карьере в 400 м южнее устья р. Надеждинка. В точке вскрыты породы верхнедуйской свиты, представленные переслаиванием туфопесчаников, песчаников мелкозернистых и алевролитов кремнисто-глинистых с пластами углей (до 2 м) и углистых аргиллитов. Азимут падения 230°, угол падения 60°.

Тектонически участок приурочен к зоне влияния Западно-Сахалинского разлома и оперяющего разрывного нарушения северовосточного простирания, по которому проходит долина р. Надеждинка. Имеет место довольно интенсивное смятие пород, которое увеличивается в северном направлении в сторону разрывного нарушения, где расположена зона дробления (рис. 5).

Точка наблюдения **21083** находится на южной стороне мыса, замыкающего с севера зал. Лесовского (напротив горы Лесовского) (рис. 6). Мыс образован раннеплиоценовой интрузией, прорывающей курасийские



Рис. 4. Крупное зеркало скольжения в туфопесчаниках верхнедуйской свиты (т. н. 21089), северный въезд в пос. Лесогорск.

Fig. 4. Large slickenside in the tuff sandstones of the Verkhneduisk Formation (o. p. 21089), the northern entrance to the village of Lesogorsk.



Рис. 5. Точка наблюдения 21091. Пример обнажения с тектонической нарушенностью пород, особенно интенсивной в левой его части.

Fig. 5. Observation point 21091. An example of the outcrop with the tectonic disturbance of rocks, the most intensive in its left part.



Рис. 6. Зеркало скольжения хорошего качества по прожилку кальцита (т. н. 21083).

Fig. 6. Good quality slickenside along the calcite vein (o. p. 21083).



Рис. 7. Точки наблюдения 21083 и 21084. На заднем плане – апофиз интрузии. **Fig. 7.** The observation points are 21083 and 21084. The apophysis of the intrusion is in the background.

отложения и сложенной трахиандезитами, сиенитами Лесогорского комплекса, зеленовато-серыми, массивными, глыбовой отдельности. Интрузия прорывается в месте пересечения двух разрывных нарушений — северо-восточного и югоюго-восточного простирания, оперяющих Западно-Сахалинский разлом, который проходит на расстоянии 2 км западнее точки наблюдения.

Точка наблюдения 21084 в 300 м севернее т. н. 21083, у северного основания вышеописанного мыса. Трахиандезиты темносерые, массивные, глыбовой отдельности, с карманами и линзами туфов пелито-псаммитовых, светло-серых. В экзоконтакте ороговикованные кремнистые породы, черные, щебенчатые, оскольчатые, мощностью более 10 м, стратиграфически приурочены к подошве курасийской свиты (N₁kr) на границе с сертунайской (N₁sr). Севернее в клифе обнажается апикальная часть апофиза главного тела (рис. 7).

Точка наблюдения 21092 расположена в 300 м к северу от устья протоки оз. Тауро, в береговом клифе, в поле развития курасийской свиты, представленной алевролитами кремнисто-глинистыми, черными, щебенчатыми, крепкими. Азимут падения 235°, угол падения 15°.

В обнажении отмечено разрывное нарушение, вероятно, северовосточного простирания (рис. 8), зона дробления разлома субвертикальная, шириной около 1 м. Зеркала скольжения зафиксированы в пределах 10 м от разлома, только в южном блоке. Несмотря на то что точка наблюдения находится в непосредственной близости от Западно-Сахалинского разлома, нарушенность пород незначительная, залегание пологое.

Краткие и предварительные итоги тектонофизических исследований заключаются в следующем: в структуре изученных зеркал скольжения преобладает горизонтальное

растяжение, реже наблюдается горизонтальное растяжение в сочетании со сдвигом; смещения в точке 21084 характеризуются как горизонтальный сдвиг.

Предварительные результаты демонстрируют соответствие общему региональному полю напряжений из проекта The World Stress Мар [13]. Данный вывод сделан на основе преобладания, в частности на крупных зеркалах скольжения, режима субширотного сжатия. В дальнейшем, после обработки всего массива замеров, предполагается детализация режимов локальных стресс-состояний.

Заключение

В работе приведены первичные результаты структурных исследований, проведенных в 2021 г. научной экспедицией ИМГиГ ДВО РАН на западном побережье о. Сахалин, от с. Бошняково до пос. Шахтерск. Приведены описания геологического строения, фотографии и замеры элементов зеркал скольжения в 10 точках наблюдения. Всего обнаружено и задокументировано 97 зеркал скольжения, из них 44 с высокой степенью достоверности. Выявлены такие тектонические элементы в обнажениях, как зоны дробления, интенсивность трещиноватости и смятия, элементы залегания и вторичные изменения пород, и т.п. В статье отражены результаты геодинамической активности региона, в частности активности Западно-Сахалинского разлома, в виде структурных неоднородностей, большого количества зеркал скольжения (в том числе большого масштаба). Показана зависимость степени неоднородности залегания горных пород от близости к разлому.

Результаты экспедиции позволят уточнить региональную схему тектонических напряжений земной коры о. Сахалин, которая создается совместно ИМГиГ ДВО РАН и ИФЗ РАН с 2000 г. Кроме того, ведется работа по созданию цифровой базы данных на основе ГИСсистемы, которая позволит системно интерпретировать геолого-геофизические материалы по региону. В комплексе с другими традиционными данными по геологии и геофизике результаты тектонофизических исследований могут существенно расширить возможности





Рис. 8. Точка наблюдения 21092. Разрывное нарушение в породах курасийской свиты. Зеркала скольжения.

Fig. 8. Observation point 21092. Discontinuous disturbance in the rocks of the Kurasi Formation. Slickensides.

как фундаментальной, так и прикладной науки. Планируется дальнейшее изучение активности Западно-Сахалинского разлома, в том числе геохимическими методами.

Список литературы

- 1. Сим Л.А., Богомолов Л.М., Брянцева Г.В., Саввичев П.А. **2017.** Неотектоника и тектонические напряжения острова Сахалин. *Геодинамика и тектонофизика*, 8(1): 181–202. https://doi.org/10.5800/GT-2017-8-1-0237
- 2. Сим Л.А., Каменев П.А., Богомолов Л.М. **2020.** Новые данные о новейшем напряженном состоянии земной коры острова Сахалин (по структурно-геоморфологическим индикаторам тектонических напряжений). *Геосистемы переходных зон*, 4(4): 372–383. https://doi.org/10.30730/gtrz.2020.4.4.372-383
- Bogomolov L., Sim L., Kamenev P. 2020. Neotectonics and stressed state patterns of the Sakhalin Island. *Intech Open. Engineering Geology*. https://doi.org/10.5772/intechopen.93522
- 4. Голозубов В.В., Касаткин С.А., Гранник В.М., Нечаюк А.Е. **2012.** Деформации позднемеловых и кайнозойских комплексов Западно-Сахалинского террейна. *Геотектоника*, 5: 22–44.
- Голозубов В.В., Касаткин С.А., Малиновский А.И., Нечаюк А.Е., Гранник В.М. 2016. Дислокации меловых и кайнозойских комплексов северной части Западно-Сахалинского террейна. Геотектоника, 4: 105–120. https://doi.org/10.7868/S0016853X16040032
- 6. Маринин А.В., Сим Л.А., Бондарь И.В. **2021.** Вариации напряженно-деформированного состояния в районе Вуоксинской разломной зоны (Выборгский район). Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле, 66(2): 396—412. https://doi.org/10.21638/spbu07.2021.211
- Ребецкий Ю.Л., Маринин А.В., Кузиков С.И., Сычева Н.А., Сычев В.Н. 2020. Тектонофизические исследования активности разлома Верхового на северном склоне киргизского хребта. Геодинамика и тектонофизика, 11(4): 770–784.

- Обжиров А.И. 2021. Изучение природных газов и их использование как критериев решения геологических задач. Итоги науки в теории и практике 2021. Евразийское научное объединение, 82(12–5). https://doi.org/10.5281/zenodo.5833172
- 9. Воейкова О.А., Несмеянов С.А., Серебрякова Л.И. **2007.** *Неотектоника и активные разломы Сахалина*. М.: Наука, 187 с.
- 10. Дымович В.А., Евсеев С.В., Евсеев В.Ф. и др. (сост.) 2017. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1 000 000. Третье поколение. Серия Дальневосточная. Лист М-54 (Александровск-Сахалинский): Объяснит. записка. СПб.: Картогр. фабрика ВСЕГЕИ, 609 с. URL: https://webftp.vsegei.ru/GGK1000/M-54/M-54_ObZap.pdf
- 11. Гладенков Ю.Б. (ред.) **1998.** Решения рабочих Межведомственных региональных стратиграфических совещаний по палеогену и неогену восточных районов России Камчатки, Корякского нагорья, Сахалина и Курильских островов: Объяснит. записка к стратигр. схемам: рассмотр. и утв. МСК 28 янв. 1994 г. М.: ГЕОС, 147 с.
- 12. Гладенков Ю.Б., Баженова О.К., Гречин В.И., Маргулис Л.С., Сальников Б.А. **2002.** *Кайнозой Сахалина и его нефтегазоносность*. М.: ГЕОС, 225 с.
- Heidbach O., Rajabi M., Cui X., Fuchs K., Müller K., Reine cker B., Reiter J., Tingay K., Wenzel F., Xie F., Ziegler M., Zoback M.L., Zoback M.D. 2018. The World Stress Map database release 2016: Crustal stress pattern across scales. *Tectonophysics*, 744: 484–498. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2018.07.007

References

- Sim L.A., Bogomolov L.M., Bryantseva G.V., Savvichev P.A. 2017. Neotectonics and tectonic stresses of Sakhalin Island. Geodynamics & Tectonophysics, 8(1): 181–202. (In Russ.). https://doi.org/10.5800/GT-2017-8-1-0237
- Sim L.A., Kamenev P.A., Bogomolov L.M. 2020. New data on the latest stress state of the earth's crust on Sakhalin Island (based on structural and geomorphological indicators of tectonic stress). Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones, 4(4): 372–383. (In Russ.). https://doi.org/10.30730/ gtrz.2020.4.4.372-383
- Bogomolov L., Sim L., Kamenev P. 2020. Neotectonics and stressed state patterns of the Sakhalin Island. (Chapter). *Intech Open. Engineering Geology*. (In Russ.). https://doi.org/10.5772/ intechopen.93522
- Golozubov V.V., Kasatkin S.A., Grannik V.M., Nechayuk A.E., 2012. Deformation of the Upper Cretaceous and Cenozoic

- complexes of the West Sakhalin terrane. *Geotectonics*, 46(5): 333–351. http://dx.doi.org/10.1134/S0016852112050020
- Golozubov V.V., Kasatkin S.A., Malinovskii A.I., Nechayuk A.E., Grannik V.M. 2016. Dislocations of the cretaceous and cenozoic complexes of the northern part of the West Sakhalin terrane. *Geotectonics*, 50(4): 439–452. https://doi.org/10.1134/ s0016852116040038
- Marinin A.V., Sim L.A., Bondar I.V. 2021. Variation of the stress-and-strain state of the Vuoksi Fault Zone area (Vyborg district). Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences, 66(2): 396–412. (In Russ.). https://doi.org/10.21638/ spbu07.2021.211
- Rebetsky Yu.L., Marinin A.V., Kuzikov S.I., Sycheva N.A., Sychev V.N. 2020. Tectonophysical study of the Verkhovoi fault activity on the northern slope of the Kyrgiz ridge. Geodynamics & Tectonophysics, 11(4): 770–784. (In Russ.). https://doi.org/10.5800/GT-2020-11-4-0506
- Obzhirov A.I. 2021. Study of natural gases and their use as criteria for solving geological problems. [*The results of science in theory and practice 2021*]. Eurasian Scientific Association, 82(12–5). (In Russ.). https://doi.org/10.5281/zenodo.5833172
- Voeikova O.A., Nesmeyanov S.A., Serebryakova L.I. 2007. Neotectonics and active faults of Sakhalin. Moscow: Nauka Publ., 187 p.
- Dymovich V.A., Evseev S.V., Evseev V.F. et al. (comp.) 2017.
 State geological map of the Russian Federation on a scale of 1:1,000,000. Third generation. The Far Eastern series. Sheet M-54 (Alexandrovsk-Sakhalinsky): Explanatory note. Saint Petersburg: Kartogr. fabrika VSEGEI, 609 p. (In Russ.). URL: https://webftp.vsegei.ru/GGK1000/M-54/M-54_ObZap.pdf
- 11. Gladenkov Yu.B. (ed.) 1998. Decisions of working Interdepartmental regional stratigraphic meetings on the Paleogene and Neogene of the eastern regions of Russia Kamchatka, the Koryak Highlands, Sakhalin and the Kuril Islands: Explanatory note to stratigraphic schemes: Reviewed and approved by the Moscow Time on January 28, 1994. Moscow: GEOS, 147 p. (In Russ.).
- Gladenkov Yu.B., Bazhenova O.K., Grechin V.I., Margulis L.S., Salnikov B.A. 2002. The Cenozoic geology and the oil and gas presence in Sakhalin. Moscow: GEOS, 225 p. (In Russ.).
- Heidbach O., Rajabi M., Cui X., Fuchs K., Müller K., Reinecker B., Reiter J., Tingay K., Wenzel F., Xie F., Ziegler M., Zoback M.L., Zoback M.D. 2018. The World Stress Map database release 2016: Crustal stress pattern across scales. *Tectonophysics*, 744: 484–498. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2018.07.007

Об авторах

Костров Юрий Викторович, ведущий инженер ЦКП, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Caxaлинск, kos-geo@yandex.ru

Каменев Павел Александрович (https://orcid.org/0000-0002-9934-5855), кандидат технических наук, старший научный сотрудник ЦКП, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, p.kamenev@imgg.ru

Дегтярев Владислав Анатольевич (https://orcid.org/0000-0001-8922-3654), аспирант, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, degtyarevvladislav96@yandex.ru

Поступила в редакцию 9.02.2022 После рецензирования 9.03.2022 Принята к публикации 12.03.2022

About the Authors

Kostrov, Yuri V., Lead Engineer CCU, Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, kos-geo@yandex.ru

Kamenev, Pavel A. (https://orcid.org/0000-0002-9934-5855), Cand. Sci. (Engineering), Senior Researcher of CCU, Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, p.kamenev@imgg.ru

Degtyarev, Vladislav A. (https://orcid.org/0000-0001-8922-3654), Postgraduate, Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Yuzhno-Sakhalinsk, degtyarevvladislav96@yandex.ru

Received 9 February 2022 Revised 9 March 2022 Accepted 10 March 2022