

УДК 551.242/243

ДИСЛОКАЦИИ ВЕРХНЕМИОЦЕНОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПРИМОРЬЯ

© 2017 М.В. Желдак, С.А. Касаткин, Б.И. Павлюткин, В.В. Голозубов

ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН,
Владивосток, 690022; e-mail: zheldakmv@yandex.ru

Парагенезис структур, выявленных в рыхлых терригенных образованиях усть-суифунской свиты, свидетельствует о том, что на территории Юго-Западного Приморья после верхнего миоцена продолжало реализовываться северо-восточное направление сжатия, которое фиксируется начиная с эоцена. Такое же направление сжатия выявлено при изучении эоцен-плиоценовых структур о. Сахалин, то есть для этого периода времени оно имеет региональный характер.

Ключевые слова: базальтовое плато, усть-суифунская свита, поля напряжений, Южное Приморье.

ВВЕДЕНИЕ

Территория Юго-Западного Приморья за длительную (даже по геологическим меркам) историю испытала целый ряд структурных перестроек, сопровождавшихся многоактными проявлениями вулканизма и интрузивного магматизма. Здесь обнажены крупные блоки (террейны) венд-раннекембрийского возраста, формировавшиеся в различных геодинамических обстановках и «спаявшиеся» в Бурья-Ханкайский орогенный пояс в процессе массового внедрения ордовик-силурийских гранитоидов (рис. 1). Парагенезис структур позднепермского времени формировался при субширотном направлении регионального сжатия (Неволин и др., 2013). В юрское и меловое время происходило формирование Сихотэ-Алинского орогенного пояса при господстве уже север-северо-западного (с отклонениями до меридионального и северо-западного) направления сжатия (Уткин, 1980). Данная область, в этот период времени представлявшая собой активно размывавшуюся окраину континента, являлась ареной проявлений либо субдукции Андийского типа, либо весьма интенсивных левосторонних перемещений вдоль систем окраинно-континентальных сдвигов (Голозубов, 2006; Уткин, 1980; Ханчуки и др., 2006).

Совершенно иная ситуация реконструируется для кайнозойского времени. Начиная с эоцена (около 55 млн лет назад) приразломные впадины региона формировались в обстановке

северо-восточного поля сжатия, при котором в парагенетической связи формировались правые сдвиги меридионального и север-северо-восточного и сбросы — северо-восточного и восток-северо-восточного простираний (Голозубов и др., 2007). Вопрос — продолжалась ли реализация такого направления сжатия в более поздние периоды кайнозоя — до настоящего времени остается открытым в силу того, что слабо литифицированные миоценовые терригенные образования района распространены локально и практически не обнажены. При изучении обнажений верхнемиоценовых плато-базальтов шуфанской свиты, более широко распространенных на Юго-Западе Приморья, явных следов тектонических дислокаций нами обнаружено не было. Встречаются упоминания о разломах и приразломных дислокациях в верхнемиоценовых базальтах расположенного восточнее Шкотовского плато (рис. 1) (Корчуганова и др., 1979), а также в позднекайнозойских галечниках на побережье залива Восток (рис. 1) (Ильин и др., 1979), однако сведений о характере перемещений по разрывам и, вообще, о структурных парагенезисах этого времени в перечисленных публикациях не приводится.

В предлагаемой статье излагаются результаты исследований дислокаций, проявленных в верхнемиоценовых (10–12 млн лет назад) рыхлых образованиях Южного Приморья, а именно — в терригенных породах усть-суифунской свиты. Эта свита, судя по наблюдениям в редких

ДИСЛОКАЦИИ ВЕРХНЕМИОЦЕНОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

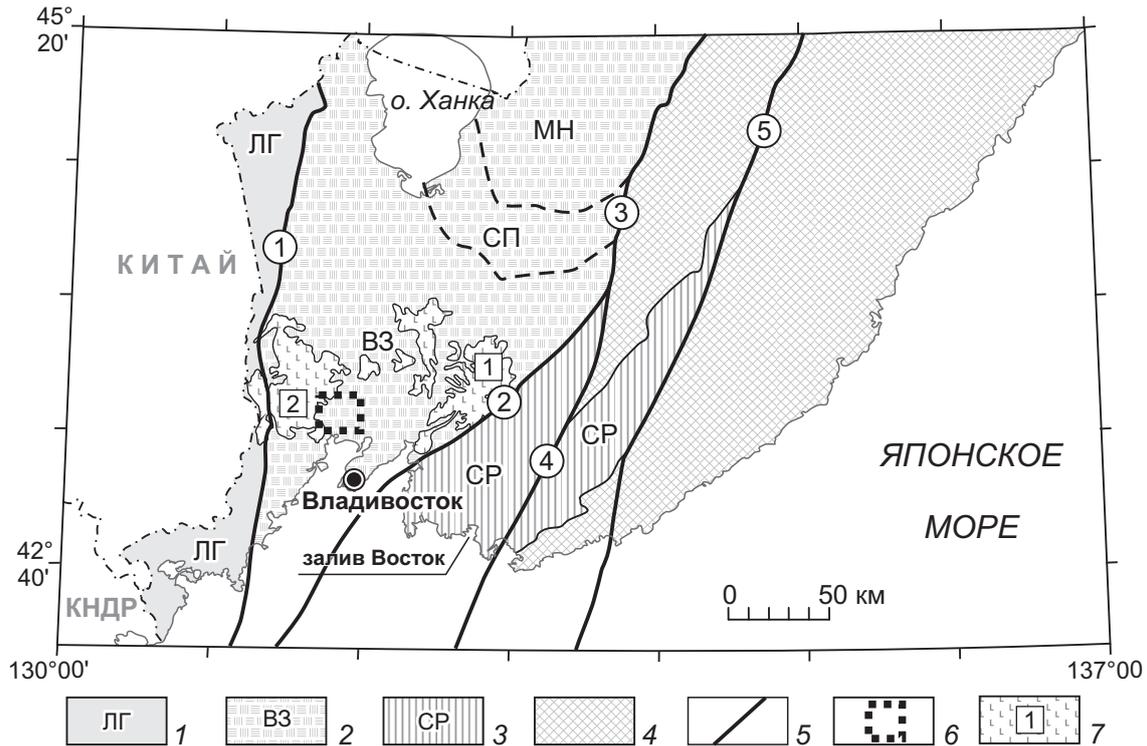


Рис. 1. Схема террейнов Южного Приморья. По (Ханчук и др., 2006): 1 — Лаоэлин-Гродековский террейн — фрагмент позднепалеозойской активной окраины; 2 — террейны раннепалеозойского Бурей-Ханкайского орогенного пояса: МН — Матвеевско-Нахимовский, СП — Спасский, ВЗ — Вознесенский и границы между ними (пунктир); 3 — Сергеевский террейн — фрагмент палеозойской и мезозойской пассивной окраины, включенный в структуру мезозойского орогенного пояса; 4 — террейны позднемезозойского Сихотэ-Алинь-Северо-Сахалинского орогенного пояса; 5 — разломы, в том числе: 1 — Западно-Приморский, 2 — Шкотовский, 3 — Арсеньевский, 4 — Партизанский, 5 — Центральный Сихотэ-Алиньский; 6 — положение района исследований; 7 — плато базальтовое, в том числе: 1 — Шкотовское, 2 — Шуфанское.

придорожных обнажениях и в карьерах, залегает практически горизонтально и следы каких-либо деформаций наблюдаются в ней далеко не повсеместно. Серия разрывов с видимыми перемещениями блоков этой свиты установлена нами в гигантских карьерах по добыче песчано-гравийных смесей в окрестностях с. Раздольное (рис. 2, карьеры 1 и 2). В ходе исследований производились замеры ориентировок разрывных нарушений с определением, по возможности, типа смещения. Результаты замеров обрабатывались при помощи программы StereoNett 2.46 и выносились на стереографическую проекцию Ю.В. Вульфа (верхняя полусфера), где отображались в виде изолиний плотности полюсов разрывных нарушений и на основе кинематических характеристик разрывов устанавливались главные оси деформаций.

**СОСТАВ, ВОЗРАСТ
И ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА
УСТЬ-СУЙФУНСКОЙ СВИТЫ**

Докайнозойский фундамент района исследований представлен слабо дислоцированными

триасовыми, нижнеюрскими и нижнемеловыми прибрежно-морскими и континентальными терригенными породами (рис. 2). В основании кайнозойского чехла локально распространены эоценовые терригенные угленосные отложения. Верхнемиоценовая усть-суйфунская свита распространена вдоль долины р. Раздольная, она несогласно перекрывает более древние образования и согласно перекрывается, в свою очередь, серией покровов базальтов шуфанской свиты (поздний миоцен).

Усть-суйфунская свита сложена преимущественно галечниками с прослоями и линзами гравийников, песков и туфоалевролитов. В составе галек доминируют силицитизированные эффузивы и кремнистые яшмовидные породы. Отмечаются также окатанные обломки черных обсидианов и пористой желтовато-белой пемзы с плотностью $\approx 1\text{г/см}^3$. Весьма редко встречаются также гальки жильного кварца и гранитов. В песчано-алевритовой фракции почти повсеместно отмечается присутствие кислой вулканической тефры. В разрезах свиты наблюдаются различные типы косой и перекрестно-косой слоистости. Мощность свиты — до 100 м.

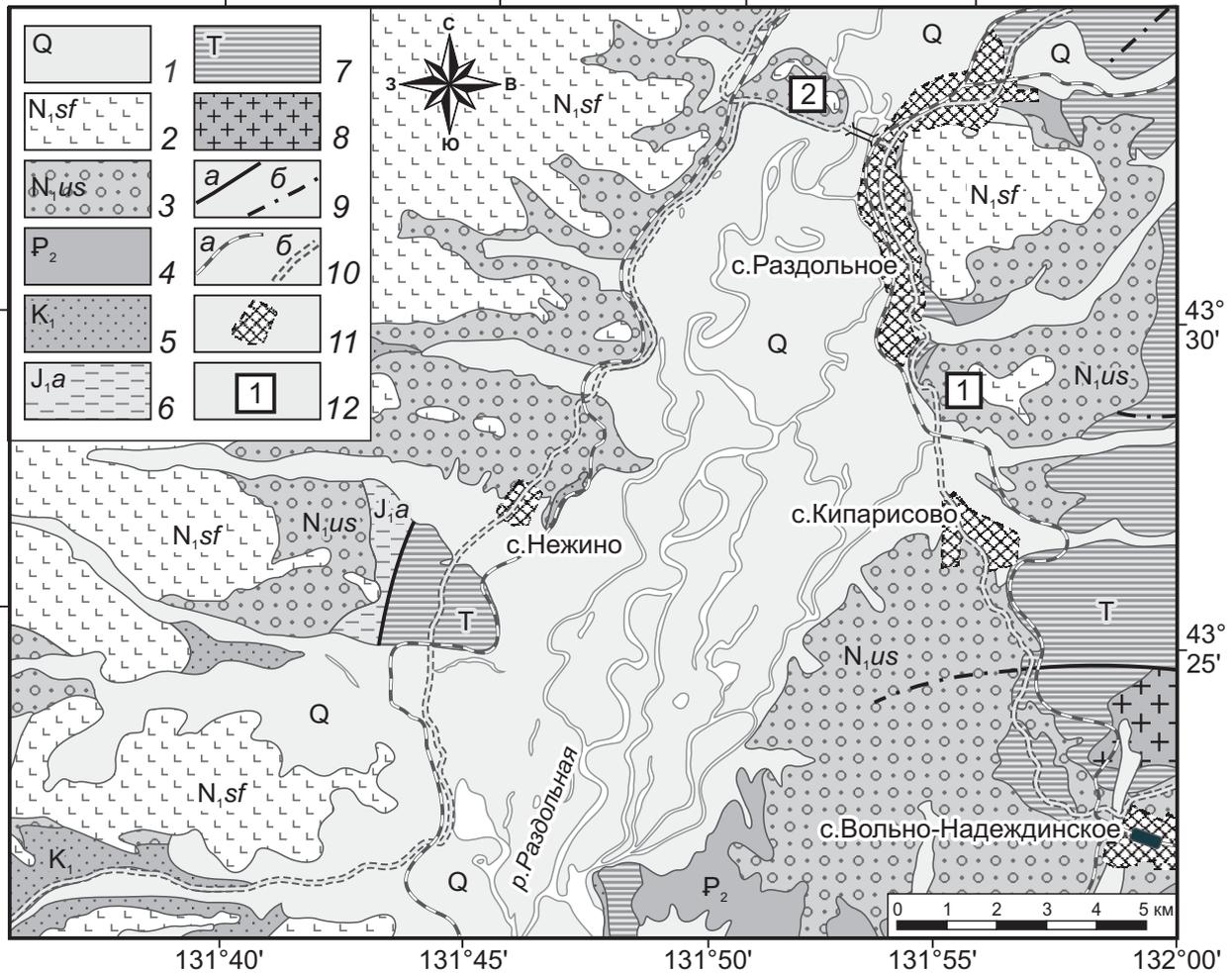


Рис. 2. Геологическая карта района исследований. По (Васильев, Берсенов, 1956): 1 — четвертичные аллювиальные галечники, пески; 2 — поздний миоцен: базальты и андезито-базальты шуфанской свиты; 3 — поздний миоцен: галечники, гравийники, пески и туфоалевролиты усть-суйфунской свиты; 4 — эоцен: песчаники с пластами бурого угля, 5 — ранний мел: конгломераты, песчаники; 6 — ранняя юра, ааленский ярус: песчаники; 7 — триас: песчаники и алевролиты; 8 — раннепалеозойские гранитоиды; 9 — разломы: установленные (а) и предполагаемые (б); 10 — дороги: железная (а) и автомобильная (б); 11 — населенные пункты; 12 — точки наблюдений.

На самом верхнем уступе карьера 1 у южной окраины с. Раздольное (рис. 2) вскрыт контакт усть-суйфунской свиты с перекрывающим ее потоком базальтов шуфанской свиты (рис. 3, 4). Непосредственно под подошвой базальтов располагается относительно мощный (3–4 м) пласт белесых туфоалевролитов озерного происхождения. В подошве потока базальты имеют подушечное строение, что свидетельствует об их излиянии в водную среду. Накопление отложений усть-суйфунской свиты и последующее излияние базальтов, по-видимому, не были, таким образом, разделены сколько-нибудь значительным отрезком времени, как это иногда предполагается на основании данных цирконометрии (Максимов, Сахно, 2011).

В туфоалевролитовых прослоях усть-суйфунской свиты обнаружены весьма представительные комплексы пресноводных диатомей,

охарактеризованные Е.И. Царько (Павлюткин и др., 1985), а также многочисленные фоссилизированные остатки растений (преимущественно листьев, редко плодов) обычно хорошей сохранности. Усть-суйфунский флористический комплекс в экологическом отношении соответствует тургайской листопадной флоре в поздней стадии ее развития, когда она утратила почти все термофильные элементы, в том числе из группы вечнозеленых цветковых растений. Время существования усть-суйфунской флоры соответствует позднему миоцену со смещением нижней границы в терминальный средний миоцен (Павлюткин, 2002). Среди известных флор этого уровня она близка к японской группе флор Mitoku (Pavlyutkin et al., 2016).

В фациальном отношении осадки, сформировавшие усть-суйфунскую свиту, относятся к аллювиальной группе. Их накопление

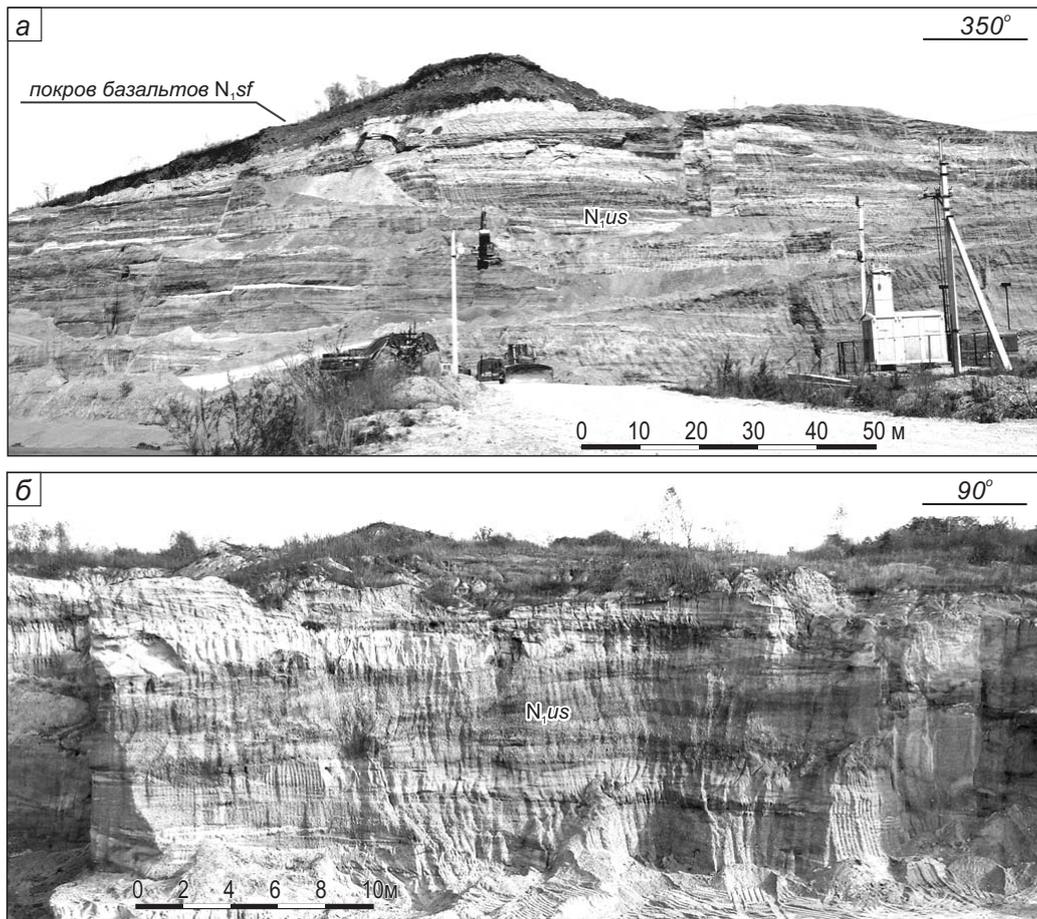


Рис. 3. Общий вид обнажений усть-суйфунской свиты на карьерах 1 (а) и 2 (б). N₁us — усть-суйфунская и N₁sf — шуфанская свиты.

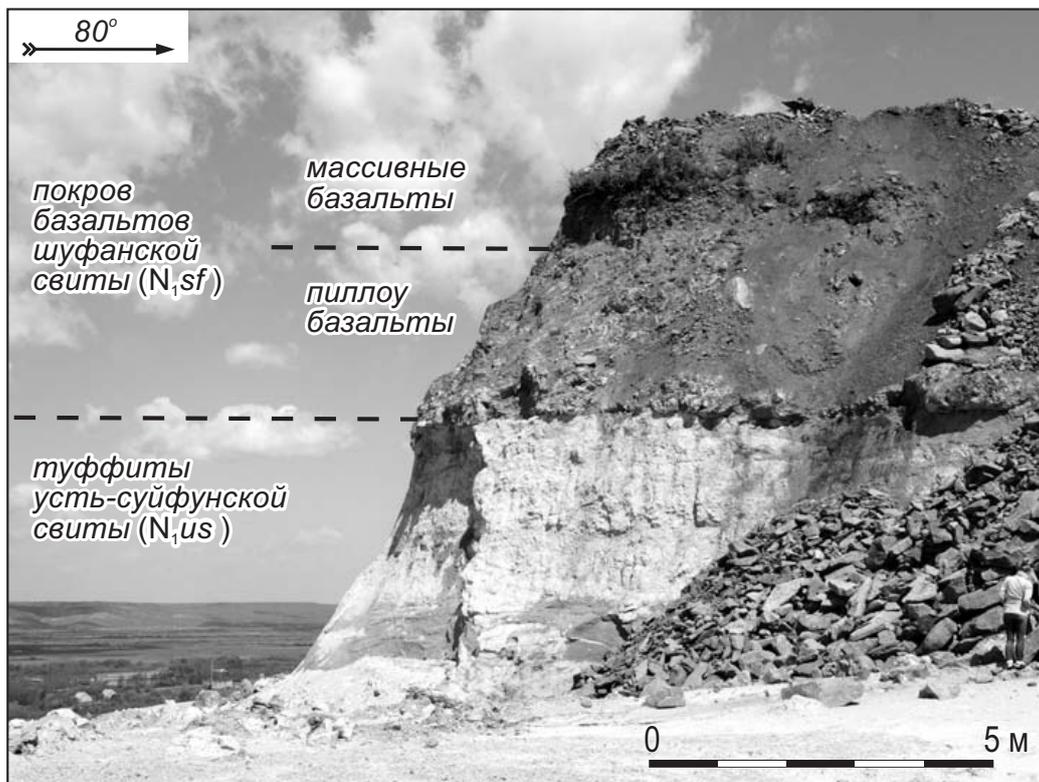


Рис. 4. Кровля разреза усть-суйфунской свиты на карьере 1.

происходило в условиях речной долины высокопорядкового водотока, сравнимого по гидрологическим параметрам, например, с современной р. Раздольной в ее среднем течении к западу от г. Усурийска. Размерность обломков, достаточно высокий балл их окатанности (в среднем 2.5 по пятибалльной шкале) и весьма разнообразный петрографический состав, включая экзотические для данного района породы, указывают на обширную площадь водосбора древней реки. Наблюдаемые косые и перекрестно-косые слоистости характерны для русловых фаций аллювия рек, относимых к «полуторному» типу. На это же указывают также существенная роль в диатомовом комплексе представителей реофильной (аллювиальной) группы и экологические особенности усть-суйфунской флоры, где доминируют роды, определяющие облик долинных группировок: ильмы, тополя, ивы, ореховые.

Линзы хорошо отсортированных песков формировались в прирусловых понижениях, а более протяженные и с большей мощностью слои тонкообломочных пород алевро-пелитовой группы (в том числе и туфоалевролиты) — в мелководных пойменных озерах. Осадки, образовавшиеся в них, характеризуются горизонтальной параллельной или мелковолнистой слоистостью. Значительную роль в составе осадков играет вулканическая фракция кислого состава, испытывавшая перенос в водном потоке.

РЕЗУЛЬТАТЫ СТРУКТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наиболее важные результаты были получены на карьере 1 (рис. 3а). Прежде всего, следует отметить наличие здесь множества разрывов северо-восточного простирания с очевидными сбросовыми смещениями. Эти смещения весьма достоверно установлены по таким признакам, как одинаковая амплитуда смещения маркирующих слоев при их выдержанной мощности, а также по флексурным изгибам границ слоев и длинных осей уплощенных галек в зонах влияния сбросов (рис. 5а, врезка). Наряду со сбросами обнаружены разрывы с различными амплитудами смещений маркирующих слоев вдоль одного и того же сместителя и с отсутствием приразломных флексурных изгибов (рис. 5б). Такие нарушения, вероятно, имеют сдвиговую компоненту, а тип их смещения, согласно схеме структурных парагенезисов (рис. 6б), может быть определен в зависимости от ориентировки простирания относительно достоверно установленных сбросов. Для оценки общей геодинамической обстановки полюсы разрывных нарушений были вынесены на диаграмму и представлены в виде изолиний плотности (рис. 6а).

Детальный анализ ориентировок и кинематики разрывных нарушений карьера 1, отображенных на диаграмме (рис. 6а), показал довольно редко наблюдаемый узор изолиний, практически идеально соответствующий типовой геомеханической модели конуса растяжения (рис. 6в) (Расцветаяев, 1985) с пологим (5°) погружением оси в ЮВ (135°) направлении. Можно полагать, таким образом, что весь спектр разрывных нарушений карьера 1 формировался в результате действия СВ (45°) сжатия. Учитывая северо-восточную ориентировку серии достоверно установленных сбросов и парагенетическую связь разрывной тектоники в целом на данном объекте (рис. 6б), можно достаточно уверенно предположить, что субмеридиональные нарушения несут доминанту право-, а субширотные — левосторонних смещений (рис. 6а). Так, например, разрыв ССВ простирания (рис. 5б) следует интерпретировать как правый сдвиг, а слой галечников, имеющий различную мощность по разные стороны сместителя, по-видимому, выклинивается в восточном направлении.

Немногочисленные разрывные нарушения, зафиксированные на карьере 2 (рис. 3б), образуют на диаграмме (рис. 6а) обособленный максимум ЗСЗ простирания и крутонаклонным ($70-90^\circ$) падением на ЮЮЗ. Среди этих разрывов были выявлены, в основном, признаки взбросовых и сдвиговых смещений. Частный случай взбросовых смещений показан на рис. 7а, где вполне отчетливо видны подвороты слоев и амплитуда вертикального смещения. Учитывая ЗСЗ (310°) простирание этого взброса, можно сказать, что его формирование, как и группы запад-северо-западных разрывов карьера 2, согласуется с ориентировкой СВ (45°) сжатия, установленного на карьере 1. В этом случае наблюдавшиеся нами пологие борозды скольжения субширотного простирания (рис. 7б), вероятно, образованы при левостороннем смещении.

Таким образом, различные типы разрывных нарушений, зафиксированных в усть-суйфунской свите, находятся в парагенетической зависимости, обусловленной действием СВ (45°) сжатия (рис. 6б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные свидетельствуют о том, что в позднем миоцене на рассматриваемой территории продолжало реализовываться северо-восточное направление сжатия, которое фиксируется начиная с эоцена (Голозубов и др., 2007). Такое же направление сжатия выявлено при изучении эоцен-плиоценовых структур о. Сахалин (Голозубов и др., 2016), то есть для этого периода времени оно имеет региональный характер.

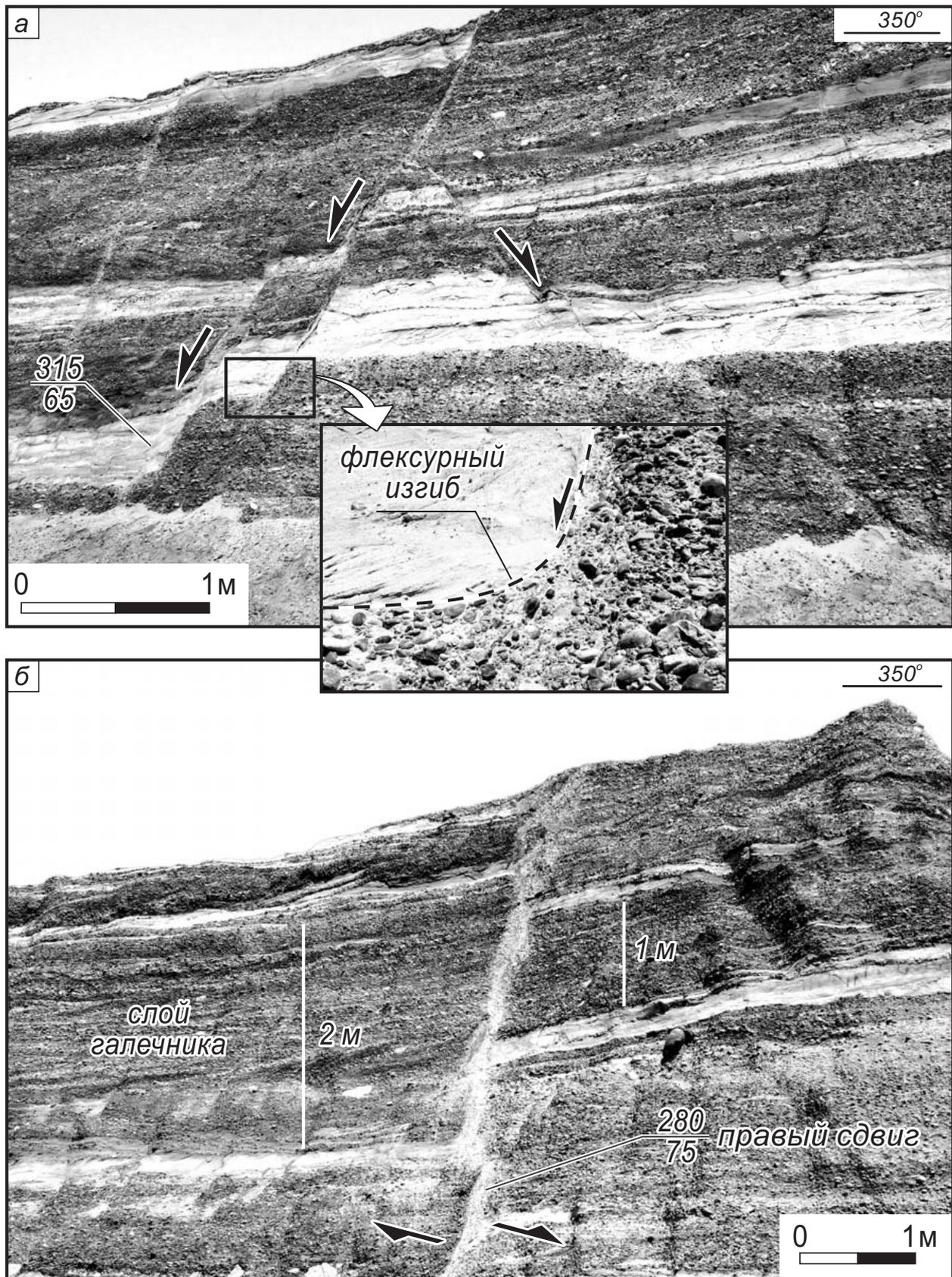


Рис. 5. Характерные типы разрывных нарушений в отложениях усть-суйфунской свиты на карьере 1: сопряжённые сбросы (а), правый сдвиг (б). Пунктиром показан флексурный изгиб границы между слоями песка и галечника; цифры — элементы залегания разрывов: азимут (числитель) и угол (знаменатель) падения. Пояснения в тексте.

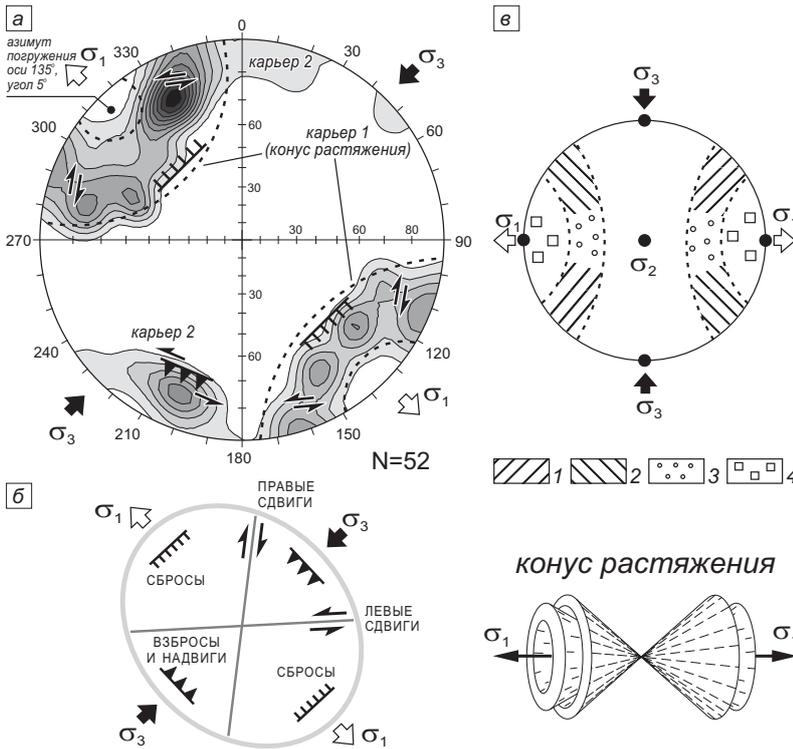


Рис. 6. Суммарная диаграмма ориентировок разрывных нарушений (а), схема структурных парагенезисов (б) по (Стоянов, 1977; Sylvester, 1988) и типовая геомеханическая модель конуса растяжения (в) по (Расцветаев, 1985), адаптировано. На диаграмме (а) в проекции на верхнюю полусферу (сетка Вульфа) изображены: изолинии плотности через 1%, границы конуса растяжения (пунктир) и его ось (точка); кинематические элементы вынесены в соответствии со схемой структурных парагенезисов (б); σ₁, σ₂, σ₃ — главные оси напряжений: растяжения, средней оси и оси сжатия, соответственно и их направления (стрелки); N — количество замеров. На диаграмме (в) стрелками показаны главные оси напряжений и области локализации полюсов тектонических нарушений: 1 — правосдвиговые, 2 — левосдвиговые, 3 — сбросовые, 4 — раздвиговые.

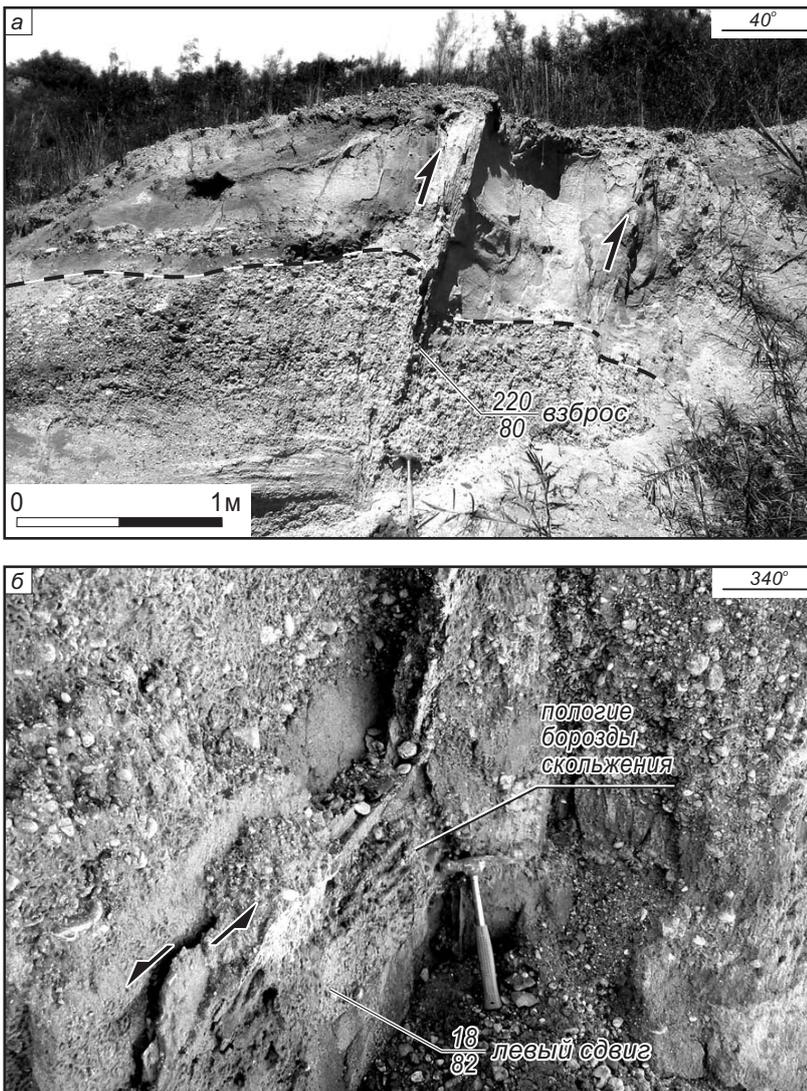


Рис. 7. Характерные типы разрывных нарушений в отложениях усть-суйфунской свиты на карьере 2: взбросы (а), левый сдвиг (б). Пунктиром показан флексурный изгиб границы между слоями песка и галечника; цифры — элементы залегания разрывов: азимут (числитель) и угол (знаменатель) падения. Пояснения в тексте.

Список литературы

- Васильев Б.И., Берсенева И.И.* Геологическая карта СССР. М. 1:200 000. L-52-XXXVI. Л.: Госгеолтехиздат, 1956.
- Голозубов В.В.* Тектоника юрских и нижнемеловых комплексов северо-западного обрамления Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2006. 240 с.
- Голозубов В.В., Микловда С.В., Донг-У Ли и др.* Динамика формирования кайнозойской Угловской впадины (Южное Приморье) // Тихоокеанская геология. 2007. Т. 26, № 4. С. 22–33.
- Голозубов В.В., Касаткин С.А., Малиновский А.И. и др.* Дислокации меловых и кайнозойских комплексов северной части Западно-Сахалинского террейна // Геотектоника, 2016. № 4. С. 105–120.
- Ильин Б.В., Заузолков В.Ф., Рыжова А.А., Нестеров Е.Г.* О тектонических деформациях плиоценовых отложений на побережье залива Петра Великого (Южное Приморье) // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка 1979. № 9. С. 25–30.
- Корчуганова Н.И., Рыжова А.А., Заузолков В.Ф. и др.* Тектонические деформации базальтов юго-западной окраины базальтового плато Южного Приморья // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка 1979. № 6. С. 11–18.
- Максимов С.О., Сахно В.Г.* Первые данные U-Pb-Shrimp-II-изотопного датирования по цирконам пепловых отложений из кайнозойских впадин Юго-Западного Приморья // ДАН. 2011. Т. 439. № 2. С. 226–232.
- Неволин П.Л., Уткин В.П., Митрохин А.Н., Касаткин С.А.* Роль широтного сжатия в формировании палеозойских интрузивов Южного Приморья // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32. № 2. С. 44–62.
- Павлюткин Б.И.* Позднемиоценовая флора юга Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2002. 192 с.
- Павлюткин Б.И., Климова Р.С., Царько Е.И.* Новые данные по фитостратиграфии и палеогеографии позднего миоцена Юго-Западного Приморья // Советская геология. 1985. № 2. С. 47–55.
- Расцветаев Л.М.* Некоторые общие модели дизъюнктивной тектонической деформации. М.: Наука, 1985. 118 с.
- Стоянов С.С.* Механизм формирования разрывных зон. М.: Наука, 1977. 144 с.
- Уткин В.П.* Сдвиговые дислокации и методика их изучения. М.: Наука, 1980. 144 с.
- Ханчук А.И., Голозубов В.В., Бялобжеский С.Г. и др.* Кратоны и орогенные пояса Востока России // Геодинамика, магматизм и металлогения востока России / Ред. А.И. Ханчук. Кн. 1. Владивосток: Дальнаука, 2006. С. 93–206.
- Pavlyutkin B.I., Yabe A., Golozubov V.V., Simanenko L.F.* Miocene Floral Changes in the Circum-Japan Sea Areas — Their Implications in the Climatic Changes and the Time of Japan Sea Opening // Memoirs of the National Science Museum Tokyo. 2016. № 51. P. 109–123.
- Sylvester A.G.* Strike-slip faults // Geological Society of America Bulletin. 1988. V. 100. P. 1666–1703.
- StereoNett, version 2.46. Johannes Duster. Institut of Geology, Ruhr-Universitet-bochum. <http://www.ruhr-uni-bochum.de>.

DISLOCATIONS OF LATE MIOCENE DEPOSITS IN SOUTH-WESTERN PRIMORIE

M.V. Zheldak, S.A. Kasatkin, B.I. Pavlyutkin, V.V. Golozubov

Far Eastern Geological Institute of FEB of RAS

Paragenesis of structures in the loose terrigenous deposits of the Ust'Suifun Formation indicates that in the area of South-West Primorye the north-eastern direction of compression stress, which was recorded starting from Eocene, continues after Late Miocene. The same direction of compression was revealed during the study of the Eocene-Pliocene structures in Sakhalin Island. Thus, this direction was regional for that period of time.

Keywords: basaltic plateau, Ust'Suifun formation, stress fields, South Primorye.