

22. Roser B.P., Korsch R.J. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio // Journ. Geology. — 1986. — V. 94. — N 5. — P. 635–650.

23. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes / Ed. A.D. Saunders, M.J. Norry // Magmatism in ocean basins. Geol. Soc. London Spec. Publ. — 1989. — № 42. — P. 313–345.

© Коллектив авторов, 2015

Фридовский Валерий Юрьевич // 710933@list.ru
Полуфунтикова Лена Идененовна // pli07@list.ru
Гамянин Геннадий Николаевич // gamgen@mail.ru
Соловьев Евгений Эдуардович // solov_@rambler.ru

УДК 551.736(571.56)

Кутыгин Р.В.^{1,2}, Рожин С.С.² (1 — Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, 2 — Северо-Восточный федеральный университет)

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И СОБЫТИЯ В ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ БИОТ ВЕРХОЯНСКОГО БАССЕЙНА ПЕРМСКОГО ПЕРИОДА

Рассмотрены основные черты истории развития биот Верхоянского бассейна в пермском периоде. Выделено 12 этапов, каждый из которых характеризуется развитием сообществ с особым таксономическим составом фауны или флоры. Установлено, что периоды максимального разнообразия беспозвоночных приходились на начальные интервалы крупных трансгрессий, тогда как кризисы морских биот были связаны с пиками регрессий. Четыре наиболее ярких биотических события приурочены к границам хорокытского, эчийского, тумаринского и дулгалахского горизонтов. Эти события хорошо фиксируются в разрезах и позволяют проводить точную внутри- и межрегиональную корреляцию пермских отложений. **Ключевые слова:** пермский период, биота, аммоноидеи, двустворки, брахиоподы, трансгрессия, регрессия, Верхоянье.

Kutygin R.V.^{1,2}, Rozhin S.S.² (1 — Institute of Geology of diamond and noble metals, Siberian branch of RAS, 2 — North-Eastern federal university)

THE STAGES AND EVENTS IN DEVELOPMENT OF BIOTAS IN THE VERKHNOYANSK BASIN OF THE PERMIAN PERIOD

The basic features of biotic development of the Verkhoyansk basin in the Permian period are considered. 12 stages are allocated, each of which is characterized by development of communities with the special taxonomical structure a fauna and plants. Was found out, that the periods of the maximal variety of invertebrates had on initial intervals of large transgressions of the sea, whereas the crises of marine biotas were connected to peaks of regressions. Four brightest biological events are dated for boundaries of horizons: Khorokytian, Echyan, Tumarinian and Dulgakhian. These events are well fixed in sections and allow to discharge exact intra- and interregional correlation of the Permian adjournment. **Key words:** The Permian period, biota, ammonoids, bivalves, brachiopods, transgression, regression, Verkhoyansk Region.

Территорию Верхоянского бассейна в пермском периоде занимали обширные акватории пассивной окраины Сибирского континента (Ангарида) [5], в которых

накапливались многокилометровые толщи глинисто-алеврит-песчаного материала, относимые к верхоянскому терригенному комплексу. Во второй половине прошлого века эти относительно монотонные толщи всесторонне изучались А.А. Межвилком, А.С. Каширцевым, А.В. Зимкиным, С.В. Домохотовым, В.Н. Андриановым, Б.С. Абрамовым, Л.А. Мусалитиным, Р.В. Соломиной, А.В. Коробицыным, В.В. Масюлисом, А.С. Урзовым, М.Г. Афанасьевым, И.В. Будниковым, А.Г. Клецом, В.С. Гриненко и др. Результатирующим итогом их исследований стала новая Региональная стратиграфическая схема Верхояно-Охотского региона, в которой выделяются важнейшие биотические и абиотические этапы пермской истории Верхоянского бассейна. Однако хронологическая последовательность и роль в биотической истории региона отдельных событий до сих пор остаются дискуссионными.

Важной частью реконструкции естественной истории древних бассейнов является установление этапности, которая должна стать основой для местной хронологической шкалы. При этом необходимо рассматривать как биотические, так и седиментологические (абиотические) события, наиболее значимые для всего региона и хорошо фиксирующиеся в конкретных разрезах. Первым установленным в Верхоянье крупным биотическим событием пермской истории явилась смена брахиопод рода *Jakutoproductus* иноцерамоподобными двустворками (ИПД), определяемая в многочисленных разрезах. Уже в конце 1950-х годов А.С. Каширцевым [4] было предложено деление перми Верхоянья на два отдела по исчезновению рода *Jakutoproductus* (верхи томпинской серии) и появлению видов родов *Licharewia* и *Kolymia* (основание бараинской серии), что было принято на первом Северо-Восточном Межведомственном совещании. Аналогичного мнения придерживался Л.А. Мусалитин [11], установивший, что в верхнепалеозойских разрезах верховьев р. Бытантай граница «нижней и верхней перми» совпадает с исчезновением *Jakutoproductus verchoyanicus* и массовым появлением колымий. В то время открытие этого биотического рубежа способствовало увязке местных стратиграфических схем. Однако дальнейшие более детальные исследования показали, что в разных разрезах смена брахиопод рода *Jakutoproductus* иноцерамоподобными двустворчатыми моллюсками происходит на различных уровнях и связана не столько с биотическим рубежом, сколько со сменой фациальных обстановок [8]. Следующее важное биотическое событие было установлено В.Н. Андриановым [1] в основании деленжинской свиты по появлению короткоживущих, но широко распространенных гониатитов семейства *Spirolegoceratidae*. С этим рубежом В.Н. Андрианов сопоставлял границу между отделами пермской системы, что стало позднее общепринятым. До начала этого века исследователями обычно рассматривались события в истории развития отдельно взятых групп фауны. В частности, В.Н. Андриановым на основе монографического изучения самой представительной для Северо-Востока Азии коллекции пермских аммоноидей, предлагалось выделять ряд последовательных аммоноидных комплексов: хорокытский, эчийский, тумаринский, черкамбальский и «безымянный». На основе их

выделения, за исключением последнего, в регионе устанавливаются, соответственно, хорокытский, эчийский, тумаринский и деленжинский горизонты.

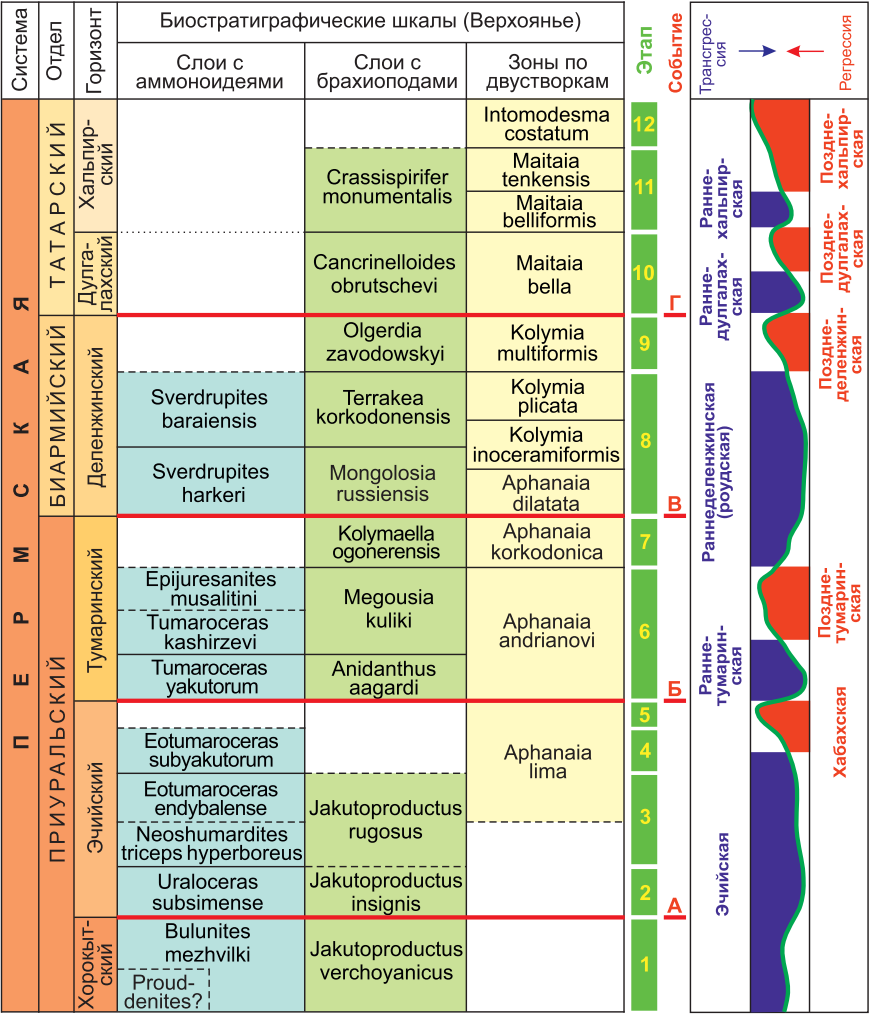
Одна из первых попыток типизации биотических событий в Верхоянском бассейне пермского периода была сделана А.Г. Клецом [5]. В результате проведенного сравнительного анализа последовательности и распространения пермских беспозвоночных окраинных морей Ангарида были выделены три крупнейших события (тумаринское, деленжинское и дулгалахское), которые были тесно связаны с эвстатическим колебанием уровня мирового океана и характеризовались возникновением новых фаунистических ассоциаций. Однако кроме выделения главных событий, на наш взгляд, важно установить и общую этапность истории биотического развития региона в пермском периоде. Материалом для настоящей работы послужили результаты детального изучения опорных разрезов Верхоянья (бассейны рек Дулгалах, Дянышка, Тумара, Келе, Барайы, низовья р. Лены), проводившиеся с 1992 г. совместно с И.В. Будниковым, А.Г. Клецом, В.С. Гриненко, Л.Г. Перегудовым, С.К. Горяевым, В.И. Макошиным и др. В истории Верхоянского бассейна пермского периода выделяются биотические этапы, связанные с последовательной сменой комплексов различных групп органического мира, а также с периодами кризиса. Эти этапы (рисунок) в разной мере нашли отражение в био-зональных шкалах пермской системы региона, недавно созданных по двустворкам, брахиоподам и амmonoидеям [2, 5, 12].

Для хорокытского этапа характерно возникновение новых (пермских) биот, важным звеном которых были брахиоподы группы *Jakutoproductus verkhoianicus*. Среди двустворчатых моллюсков следует отметить появление вида *Myophossa subarbitrata* [6]. Во второй половине хорокытского времени началось становление пермского амmonoидного сообщества Верхоянского типа, представленного хорокытским комплексом. Основным его элементом были гониатиты рода *Bulunites*, возникшие, вероятно, в Хараулахской подзоне и быстро распространившиеся в Куранахском секторе Западно-Верхоянской подзоны [12]. В конце хорокытского времени в бассейне отмечается расцвет биоразнообразия беспозвоночных, в состав которых входили многочисленные представители брахиопод, моллюсков, ругоз, криноидей, мшанок, фораминифер и др.

Раннеэчийский этап был связан с началом эчийской трансгрессии, приведшей к резкому изменению фациальных обстановок. В самом начале

эчийского времени произошли коренные перестройки в сообществах беспозвоночных, что позволяет четко определить первое крупное биотическое событие — хорокытско-эчийское (рисунок). Наиболее существенные изменения произошли в амmonoидном сообществе — специфический хорокытский комплекс сменился аркачанским, содержащим сакмарские таксоны широкого географического распространения (*Andrianovia*, *Uraloceras*). С рассматриваемым рубежом также была связана смена брахиопод группы *Jakutoproductus verkhoianicus* группой *J. insignis* [10], при этом ареалы *Jakutoproductus* неуклонно сокращались. В начале раннеэчийского времени в регионе появились первые представители наутилоидей рода *Kummeloceras*.

Среднеэчийский этап приходился на период затянувшейся крупной трансгрессии, приведшей к существенному обеднению биот. Брахиоподы в составе сообществ перестали быть доминирующей группой. Среди амmonoидей исчезли уралоцерасы сакмарского облика (группа *Uraloceras simense*) и все представители рода *Andrianovia*. При этом важным являлось возникновение



Этапность развития биот Верхоянского бассейна в пермском периоде: этапы: 1 — хорокытский, 2 — раннеэчийский, 3 — среднеэчийский, 4 — позднеэчийский, 5 — хабахский, 6 — раннетумаринский, 7 — познетумаринский, 8 — раннеделенжинский, 9 — позднеделенжинский, 10 — дулгалахский, 11 — раннехальпирский, 12 — позднехальпирский; события: А — хорокытско-эчийское, Б — хабахско-тумаринское, В — тумаринско-деленжинское, Г — деленжинско-дулгалахское

рода *Eotumaroceras*, ставшего исходным в развитии крупной филогенетической ветви северо-восточных парагастриоцератид [7]. Знаменательным стало появление в регионе первых представителей иноцерамоподобных двустворок (*Aphanaia*). В начале среднеэчийского времени, в период максимального потепления, происходило проникновение уральских форм беспозвоночных (представители родов *Neoshumardites*, *Uralo-productus*), которые не смогли приспособиться к специфическим условиям обитания и быстро исчезли.

Позднеэчийский этап характеризуется интенсивным развитием аммоноидного сообщества. В это время в Верхоянские акватории проникли разнообразные представители рода *Paragastrioceras* и возник эндемичный род *Neouddenites*, являющийся важным звеном в эволюционном развитии медликоттиид. В хабахское время среди пермских беспозвоночных Верхоянских акваторий произошел первый крупный биотический кризис, связанный с интенсивной регрессией моря. В бассейне медленно развивались иноцерамоподобные двустворчатые моллюски (*Aphanaia*) и угнетенные формы брюхоногих, тогда как ареалы брахиопод и аммоноидей сократились до минимума. В это время континентальная часть Ангарида была покрыта верхнебалахонской флорой, в которой преобладали крупнолистные кордаиты, руфлории с узкими дорзальными желобками, крупные замиоптерисы, чешуевидные крассинергии и др. [3].

С кунгурской трансгрессией мирового океана был связан следующий (раннетумаринский) биотический этап, ознаменовавшийся появлением ряда новых комплексов беспозвоночных, многие из которых возникли на рубеже хабахского и тумаринского времени (хабахско-тумаринское событие). Среди аммоноидей важным стало возникновение кунгурских родов *Tumaroceras* и *Epijuresanites* [7], быстро распространившихся за пределы Верхоянских акваторий. С хабахско-тумаринским событием связано зарождение в Верхоянском бассейне нового сообщества брахиопод, основными элементами которого стали представители родов *Tumarinia* и *Megousia*. У двустворок наметился период расцвета, характеризующийся небывало высоким таксономическим разнообразием бивальвиевого сообщества [2]. Во время потепления в начале тумаринского времени в отдельных частях шельфового пояса Верхоянских акваторий формировались водорослевые биогермы с редкими мелкими колониями четырехлучевых кораллов, возле которых концентрировались разнообразные виды бентосных и нектонных беспозвоночных. В начале тумаринского времени верхоянские биоты достигли максимума разнообразия, сопоставимого с периодом позднехорокытского расцвета. Однако расцвет морских беспозвоночных продолжался недолго и уже в поздне-тумаринское (кадачанское) время наступил глубокий кризис, связанный с понижением температуры воды, падением уровня мирового океана и проявлением резкой географической дифференциации акваторий. Это привело к серьезным сокращениям и даже исчезновением ареалов большинства обитавших здесь морских животных. Существенных изменений в составе флоры (верхнебалахонский комплекс) по сравнению с хабахской не наблюдается, однако вызывает интерес широкое распространение мхов в поздне-тумаринское время.

Раннеделенжинский этап приходится на период глобальной (роудской) трансгрессии. В это время в регионе возник богатый комплекс аммоноидей (*Sverdrupites*, *Pseudosverdrupites*, *Anuities*, *Biarmiceras*, *Daubichites*), некоторые таксоны которых имели очень широкое (циркумполярное, реже биполярное) распространение. Возникновение и распространение свердрупитового комплекса было столь кратковременным, что позволяет выделить в биотической истории бассейна тумаринско-деленжинское событие, с которым также было связано появление брахиопод родов *Mongolosia* и *Olgerdia*. Деленжинское время характеризуется небывалым таксономическим разнообразием среди иноцерамоподобных двустворок, доминирующим элементом которых стал род *Kolymia*. На рубеже ранне- и позднеделенжинского времени произошли существенные обновления в составах брахиоподовых и бивальвиевых комплексов. Важной чертой рассматриваемого рубежа стало также тотальное исчезновение из бассейна аммоноидей. Вероятно, к этому же уровню приурочена резкая смена верхнебалахонской флоры на кольчугинскую, представленную папоротнико-птеридоспермо-кордаитовым комплексом [3].

С дулгалахским этапом связано плавное обеднение таксономического разнообразия брахиоподовых (*Canocrinelloides*, *Beecheria*, *Spitzbergenia* и др.) и двустворчатых (*Maitaia*, *Streblopteria*, *Myonia* и др.) сообществ и широкое распространение беллерофонтид. В раннехальпирское время произошел незначительный всплеск в развитии брахиоподового сообщества, выразившийся в появлении видов *Marginalosia? magna*, *Crassispirifer monumentalis*, *Strophalosia sibirica*, *Subtaeniothaerus lungersgauzeni* [9]. Однако уже к концу раннехальпирского времени брахиоподы почти полностью исчезли из бассейна. В морях доминировали иноцерамоподобные двустворки, среди которых выделялись гигантские представители рода *Intomodesma* [2]. Необычной для терминального отрезка пермской истории являлось развитие в Верхоянском бассейне руфлориевой флоры, исчезнувшей в Кузнецком бассейне существенно раньше — в среднепермскую эпоху.

Таким образом, в истории развития пермских биот Верхоянского бассейна выделяется 12 основных этапов, каждый из которых характеризуется особым таксономическим составом фауны или флоры. Периоды максимального разнообразия (расцвета) беспозвоночных приходились на окончание хорокытского времени, а также начала тумаринского и деленжинского времени. Они в немалой степени были связаны с начальными моментами крупных повышений уровня мирового океана. Кризисы морских биот, напротив, были связаны с пиками регрессий — в хабахское, поздне-тумаринское и позднехальпирское время. Четыре наиболее ярких биотических события стратиграфически приурочены к границам хорокытского, эчийского, тумаринского и дулгалахского горизонтов. Они хорошо фиксируются в разрезах, что позволяет проводить точную внутри- и межрегиональную корреляцию пермских отложений.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ 13-05-00520, 14-05-00217, РФФИ-Восток 15-45-05024 и Программы Президиума РАН № 23 (Арктика).

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианов В.Н. Пермские и некоторые каменноугольные амmonoидеи Северо-Востока Азии. — Новосибирск: Наука, 1985. — 180 с.
2. Бяков А.С. Зональная стратиграфия, событийная корреляция, палеобиогеография перми Северо-Востока Азии (по двустворчатым моллюскам). — Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2010. — 264 с.
3. Дуранте М.В. Последовательность позднелазейских флористических комплексов Верхоянья // *Lethaea rossica*. — 2010. — Т. 2. — С. 45–54.
4. Каширцев А.С. Полевой атлас фауны пермских отложений Северо-Востока СССР. — М.: АН СССР, 1959. — 174 с.
5. Клец А.Г. Верхний палеозой окраинных морей Ангарида. — Новосибирск: Гео, 2005. — 241 с.
6. Курушин Н.И., Соловьева Н.А., Некрасов А.И. и др. Новые данные по биостратиграфии и литологии пермских отложений Западного Верхоянья // Доклады АН — 1996. — Т. 348. — № 2. — С. 223–227.
7. Кутыгин Р.В. О системе кунгурско-уфимских гонититов Северо-Востока России // Отечественная геология. — 2000. — № 5. — С. 33–35.
8. Кутыгин Р.В., Будников И.В., Бяков А.С. и др. Новые данные о стратиграфическом взаимоотношении брахиопод рода *Jakutoproductus* и иноцерамоподобных двустворков в нижней перми Западного Верхоянья // Отечественная геология. — 2010. — № 5. — С. 97–104.
9. Кутыгин Р.В., Будников И.В., Бяков А.С. и др. Опорный разрез дулгалахского и хальпирского горизонтов (верхнетатарский подъярус) Западного Верхоянья // Тихоокеанская геология. — 2003. — № 6. — С. 82–97.
10. Макошин В.И., Кутыгин Р.В. О выделении слоев с *Jakutoproductus insignis* в нижнепермских отложениях Западного Верхоянья // Вестник СВФУ. — 2013. — № 4. — С. 31–34.
11. Мусалитин Л.А. К стратиграфии пермских отложений верховьев р. Бынтанга (Западное Верхоянье) // Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР. — 1960. — Вып. 1. — С. 103–110.
12. Kutugin R.V. Permian ammonoid associations of the Verkhoyansk Region, Northeast Russia // *Journal of Asian Earth Sciences*. — 2006. — V. 26, iss. 3–4. — P. 243–257.

© Кутыгин Р.В., Рожин С.С., 2015

Кутыгин Руслан Владимирович // rkutygin@mail.ru
Рожин Степан Степанович // rssgrf@rambler.ru

УДК 551.251

Пуляев Н.А., Урсу И.И. (Северо-Восточный федеральный университет)

ПРОЯВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОВ РЕГРЕССИВНОГО МЕТАМОРФИЗМА В ЗОНЕ СТАНОВОГО СТРУКТУРНОГО ШВА

Приводятся результаты выявления и изучения в пределах Станового структурного шва участков проявления регрессивного метаморфизма и его продуктов — диафторитов. Установлена связь проявлений рудного золота с диафторитами. Ключевые слова: Алдано-Становой щит, диафториты, структурный шов, метаморфизм.

Pulyaev N.A., Ursu I.I. (North-Eastern federal university)

MANIFESTATION OF THE PROCESS OF RETROGRADE METAMORPHISM IN THE BAND BECOMES STRUCTURAL SUTURE

It is presents the results of the study to identify and limit becomes a structural suture areas manifestations of retrograde metamorphism and its products — diaphthorites. The connection with the manifestations of gold ore diaphthorites. Key words: Aldan-Stanovoi shield, diaphthorites, structural suture, retrograde metamorphism.

В пределах Станового хребта, в зоне Станового глубинного разлома (Станового структурного шва), разделяющего Алданский щит и Становую складчатую

область, среди метаморфических пород высокотемпературных фаций прогрессивного метаморфизма алданского и станового комплексов выявлены метаморфические породы средне- и низкотемпературных фаций регрессивного метаморфизма — диафториты.

Впервые диафториты в пределах Станового хребта были выделены и описаны в 1935 г. Д. С. Коржинским. Последующими исследованиями было установлено широкое развитие диафторитов в западной части Станового хребта в междуречье Алдана и Олекмы. В 1958–1961 гг. были выявлены и исследованы диафториты в бассейнах рек Правый Чульман и Иенгра [1, 4]. Большой фактический материал по диафторитам был получен в 1957–1961 гг. геологами ВАГТ, проводившими геолого-съемочные работы на площади от Олекмо-Витимской горной страны на западе до р. Джугджур на востоке. В 1962 г. С.П. Кориковский изучил диафториты западной части Станового хребта в бассейнах рек Тимптон, Иенгра, Чульман, Алдан [1].

Последующими исследованиями [2] было установлено, что структурный шов представляет сложно построенную зону Станового глубинного разлома, геологическая активность которого происходила в течение длительного времени. Поэтому, учитывая высокую активность этого разлома, как в верхнем архее, так и в протерозое и мезозое, приуроченность низкотемпературных диафторитов к зоне Станового глубинного разлома сама по себе не дает какого-либо ответа на возможное время их образования. Однако существенную роль в правильном понимании генезиса и возраста диафторитов, вероятно, играет характер их пространственного распределения в пределах самой зоны структурного шва. По существующим в настоящее время представлениям считается общепринятым положение, что средне-низкотемпературные диафториты развиты как по алданскому, так и по становому комплексам [3].

На западе Станового хребта на междуречье Олекмы и Чульмана зеленосланцевые диафториты примыкают с севера к Становому разлому и развиты по алданскому комплексу, не затронутому гранитизацией древнестановыми гранитами. Ширина зоны 4–6 км в долине р. Олекмы увеличивается в верховьях р. Амедици до 20 км. Далее, к верховьям р. Алдан, диафториты прослеживаются вдоль Станового разлома в виде полосы шириной до 10 км, участками суживающейся до 1–3 км. Местами среди поля диафторитов встречаются участки малоизмененных кристаллических пород алданского комплекса.

Низкотемпературные диафториты развиты к северо-востоку от фиксированной линии Станового разлома на южной окраине собственно Алданского щита в пределах алданского комплекса, где они образуют серию субпараллельных зон юго-юго-восточного простирания шириной от 1 до 15 км. Одна из наиболее мощных зон пересекает долину р. Иенгра в районе п. Золотинка, вторая идет от Окурданской депрессии (устье р. Иенгра) через п. Дорожный.

Восточнее верховья р. Гоном на большей площади Станового хребта зоны диафтореза замаскированы трещинными интрузиями мезозойских гранитоидов и по-