

НОВЫЕ ДАННЫЕ О СТРОЕНИИ И ВОЗРАСТЕ ТЕРМИНАЛЬНОЙ ПЕРМИ ЮЖНОГО ВЕРХОЯНЬЯ (*Северо-Восток Азии*)

А.С. Бяков^{1,2}, Ю.Д. Захаров³, М. Хорачек⁴, С. Рихоз⁵, Р.В. Кутыгин⁶, Ю.Ю. Иванов¹,
Е.В. Колесов¹, А.Г. Константинов^{7,8}, М.И. Тучкова⁹, Т.И. Михалицына¹

¹ Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН,
685000, Магадан, ул. Портовая, 16, Россия

² Казанский (Приволжский) государственный университет, 420008, Казань, ул. Ленина, 18, Россия

³ Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, 690022, Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159, Россия

⁴ BLT Wieselburg, HBLFA Francisco-Josephinum, Rottenhauserstrasse, 1, 3250 Wieselburg, Austria

⁵ Karl-Franzens, Universität Graz, Heinrichstrasse, 26, Graz, 8010 Austria

⁶ Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, 677891, Якутск, просп. Ленина, 39, Россия

⁷ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

⁸ Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия

⁹ Геологический институт РАН, 119017, Москва, Пыжевский пер., 7, Россия

Приведены новые данные о строении и возрасте верхней части пермских отложений бассейна р. Сеторым (приток р. Восточная Хандыга) Южного Верхоянья, представленной имтачанской и низами некучанской свит. На основании новых находок остатков двустворчатых моллюсков бивальвиевой зоны *Intomodesma costatum*, изотопных определений углерода из их раковинного вещества и углерода органического вещества вмещающих аргиллитов впервые обоснована полнота пермского разреза. Приведено детальное описание контакта имтачанской и некучанской свит и установлена определенная преемственность литологических характеристик песчаников. Достаточно резкий литологический контакт между свитами отражает не региональный перерыв в седиментации, а смену обстановок осадконакопления — от верхних частей дельты к глубокому шельфу в условиях развивавшейся быстрой трансгрессии моря. Сделан вывод об отсутствии сколько-нибудь длительного перерыва между накоплением имтачанской и некучанской свит. Приведены изображения наиболее характерных форм двустворчатых моллюсков и криноидей из имтачанской свиты бассейна р. Сеторым.

Биостратиграфия, двустворчатые моллюски, изотопы углерода, терминальная пермь, граница перми и триаса, Южное Верхоянье, северо-восток Азии.

NEW DATA ON THE STRUCTURE AND AGE OF THE TERMINAL PERMIAN STRATA IN THE SOUTH VERKHUYANSK REGION (*northeastern Asia*)

A.S. Biakov, Yu.D. Zakharov, M. Horacek, S. Richoz, R.V. Kutugin, Yu.Yu. Ivanov, E.V. Kolesov,
A.G. Konstantinov, M.I. Tuchkova, and T.I. Mikhailitsyna

We present new data on the structure and age of the upper Permian strata in the basin of the Setorym River (tributary of the Vostochnaya Khandyga River) in the South Verkhoyansk region, represented by the Imtachan Formation and the lower part of the Nekuchan Formation. Based on the new findings of bivalve fossils from the *Intomodesma costatum* Zone, as well as on the study of carbon isotopes in the shells and carbon isotopes of the organic matter of the host mudstones, we have for the first time proved the completeness of the Permian section. The detailed description of the contact between the Imtachan and Nekuchan Formations bears evidence for a certain continuity of the lithologic characteristics of the sandstones. The sharp lithologic contact between the formations reflects not a regional sedimentation hiatus but a shift of depositional settings from the upper parts of a delta to the deep shelf, caused by forced marine transgression. It is concluded that there was no long-term hiatus between the accumulation of the Imtachan and Nekuchan Formations. Images of the most characteristic species of bivalves and crinoids from the Imtachan Formation are presented.

Biostratigraphy, bivalves, carbon isotopes, upper Permian, Permian–Triassic boundary, South Verkhoyansk region, northeastern Asia

ВВЕДЕНИЕ

Завершающая часть пермского периода ознаменовалась драматическими событиями, в результате которых на рубеже перми и триаса произошло небывалое по масштабу вымирание биоты. Поэтому выявление и детальное изучение разрезов терминальной перми, где был бы задокументирован переход между двумя системами, представляют большую важность как с точки зрения фиксации границы перми и триаса по разным группам ископаемых организмов и другим (не биостратиграфическим) критериям, так и с целью расшифровки последовательности и характера событий этого рубежа.

Южное Верхоянье является единственным регионом восточной части Бореальной биогеографической надобласти, где известны слои с *Otoceras*, маркирующие, согласно представлениям ряда авторов [Tozer, 1967; Дагис, Дагис, 1987; Шевырев, 2006; Константинов, Клец, 2009; Константинов и др., 2013а], основание триасовой системы. В настоящей работе по результатам предыдущих исследований авторов [Захаров и др., 2014] принято положение нижней границы триаса в основании аммоноидной зоны *Tomrhorhiesceras rascoei*. Интерпретация возраста зоны *rascoei* базируется как на находках на этом стратиграфическом уровне в западной части Бореальной области конодонтов вида *Hindeodus parvus* (Kozur et Rjatakova), избранного в качестве биомаркера утвержденной нижней границы триаса в Южном Китае [Yin et al., 2001], так и на полученных изотопно-углеродных данных. Судя по последней, «конодонтовой зоне *parvus* соответствует, скорее всего, нижняя часть зоны *rascoei*, характеризующаяся низкой численностью зонального вида» [Захаров и др., 2014, с. 17]. Следует отметить, что в бассейне р. Сеторым вид-индекс зоны *Tomrhorhiesceras rascoei* присутствует во всех разрезах пограничных слоев перми и триаса, но самое раннее его появление в пределах индского яруса удалось зафиксировать на данной стадии изучения только в разрезе Николкин Ключ. Корреляция его с разрезом Суол, где были проведены детальные изотопные исследования, и разрезом Ручей Серегин уверенно осуществлялась по литостратиграфическим данным (максимальная удаленность этих разрезов друг от друга не превышает 5 км).

Хотя принятая здесь точка зрения на проведение нижней границы триасовой системы не разделяется некоторыми авторами статьи, несомненно, что в рассматриваемом районе в бассейне р. Сеторым (приток р. Восточная Хандыга) вскрыты лучшие разрезы базальных горизонтов нижнего триаса. Если биостратиграфия отоцерасовых слоев неоднократно и достаточно полно изучалась рядом исследователей [Захаров, 1971; Дагис и др., 1986; Dagys, Ermakova, 1996; Zakharov, 2002], то строение подстилающих отложений, их биостратиграфические особенности и характер контакта пермских и триасовых пород практически не были изучены.

Верхняя часть заведомо пермских отложений представлена здесь песчаниками и алевролитами имтачанской свиты, закартированной С.В. Домохотовым и В.И. Коростелевым в процессе проведения геолого-съемочных работ в 50—60-е годы прошлого века [Домохотов, 1960; Коростелев, 1972]. В то же время детальное изучение разрезов верхней части пермских отложений не проводилось, послойные сборы позднепермских окаменелостей практически отсутствовали, а найденные редкие ископаемые, среди которых преобладали остатки иноцерамоподобных двусторчатых моллюсков, изучены были

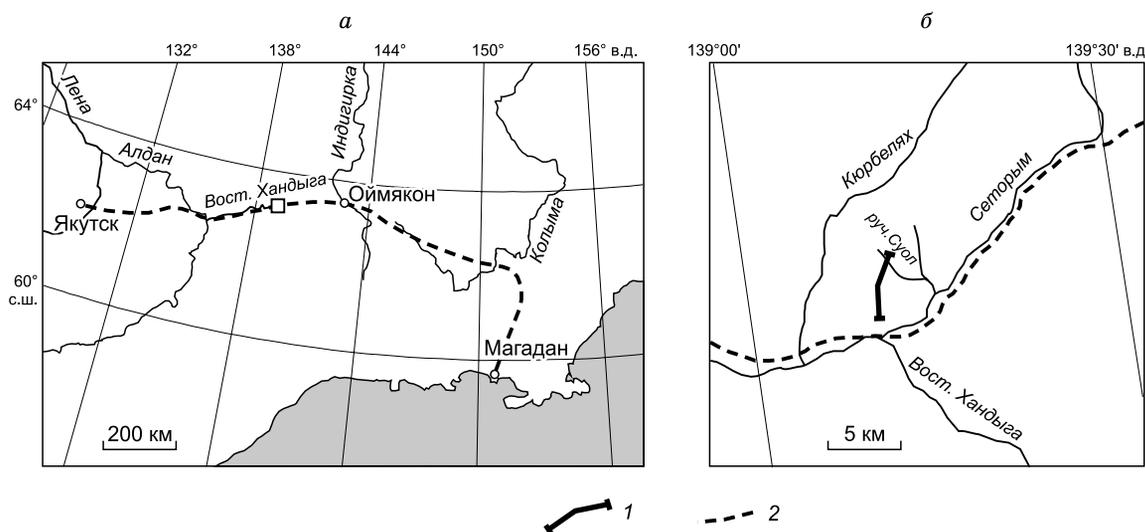


Рис. 1. Схема расположения района работ (а) и изученного разреза (б).

1 — изученный разрез, 2 — трасса.

слабо. В связи с этим существовали разноречивые мнения о возрасте и полноте верхнепермского разреза данного региона.

В результате проведенных нами комплексных исследований пограничных отложений перми и триаса на правом берегу р. Сеторым (рис. 1) был получен фактический материал (палеонтологические, литологические и геохимические данные), позволивший существенно уточнить строение верхней части имтачанской и нижней части некучанской свит, соответствующих отоцерасовым слоям.

Целью данной статьи является обоснование наличия верхней части чансинского яруса в изученном разрезе по р. Сеторым и непрерывного характера перехода между имтачанской и некучанской свитами этого разреза.

ИСТОРИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ВОЗРАСТЕ ИМТАЧАНСКОЙ СВИТЫ

Первоначально С.В. Домохотов считал, основываясь на отсутствии видимых следов перерыва между пермскими и триасовыми породами в бассейне р. Восточная Хандыга и ряде других районов Верхоянья, что переход от перми к триасу в этих разрезах постепенный. На основе сравнительного анализа последовательности комплексов фауны и флоры верхнепермских отложений европейской части СССР, Таймыра, Кузбасса и Южного Верхоянья С.В. Домохотов сделал вывод о том, что в южно-верхоянских разрезах татарскому ярусу соответствует имтачанская свита, перекрывающаяся триасовыми глинистыми сланцами с цератитами рода *Otoceras*. Эту свиту было предложено рассматривать в качестве морского стратотипа татарского яруса Верхоянья [Домохотов, 1960]. П.Л. Пирожников, определявший остатки филлопод из отложений имтачанской свиты, пришел к выводу, что они «указывают на самую верхнюю часть разреза татарского яруса (филейские и северодвинские слои)» [Домохотов, 1960, с. 31]. Об отсутствии перерыва между пермью и триасом в Верхоянье писал и Б.С. Абрамов [1974], не соглашаясь с мнением ряда якутских геологов [Решения..., 1970] о выпадении из разреза отложений, соответствующих татарскому ярусу.

В дальнейшем точка зрения об отсутствии большей части татарского яруса (верхнего отдела перми, в современной трактовке) в разрезах Верхоянья получила широкое распространение [Решения..., 1978; Ганелин, 1984]. Присутствие растительных остатков руфлориевых в верхних слоях имтачанской свиты являлось (и является) основным аргументом в пользу регионального перерыва между пермью и триасом в Верхоянье [Дуранте, Израилев, 1977]. Однако результаты изучения разрезов Кузбасса позволяют говорить, как считает И.В. Будников с соавторами [2002], о фациальном характере границы исчезновения руфлориевой флоры, которая могла существовать в прибрежных зонах солоновато-водных бассейнов Верхоянья до конца пермского периода.

Руководители экскурсии XXVII Международного геологического конгресса «Пермские и триасовые отложения Якутии» А.С. Дагис, Ю.В. Архипов и А.М. Трущелев считали, что «отсутствие следов существенного перерыва в основании отоцерасовых слоев позволяет полагать, что верхняя часть имтачанской свиты (и ее аналоги) может быть отнесена к татарскому ярусу; однако это предположение не подкрепляется палеонтологическими данными» [Архипов и др., 1984, с. 85].

Таким образом, сложились разные представления о полноте и возрасте верхней части верхнепермского разреза Южного Верхоянья, что нашло отражение в ряде последних публикаций, так или иначе затрагивающих этот вопрос. Некоторые исследователи, основываясь преимущественно на представлениях о казанском возрасте имтачанской свиты и старых определениях фауны, предполагают отсутствие здесь значительной части пермских отложений, соответствующих всему татарскому отделу или, по Международной шкале пермской системы, верхней части средней и всей верхней перми [Dagys, Egmakova, 1996; Шевырев, Лозовский, 1998; Дуранте, 2005], другие [Ермакова, Кутыгин, 2000] не исключают отсутствия стратиграфического перерыва между пермью и триасом в бассейне р. Восточная Хандыга.

Ранее одним из авторов настоящей статьи было высказано мнение о присутствии в верхней части имтачанской свиты Южного Верхоянья остатков двустворок, характеризующих самую верхнюю бивальвиевую зону перми северо-востока Азии — *Intomodesma costatum* [Бяков, 2000], сопоставляемую с верхней частью вучапинского и чансинским ярусами современной Международной шкалы пермской системы [Бяков, 2013].

ОПИСАНИЕ РАЗРЕЗА ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРМИНАЛЬНОЙ ПЕРМИ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ РЕКИ СЕТОРЫМ

Разрез верхнепермских отложений на правом берегу устьевой части р. Сеторым начинается с южного склона водораздела р. Сеторым и руч. Суол и представлен следующими отложениями (снизу вверх) (рис. 2, левая часть):

**Верхняя пермь (имтачанская свита)
Хальпирский горизонт (зона *Maitaia tenkensis*, верхняя часть)**

Мощность, м

1. Алевролиты темно-серые, со слабым зеленоватым оттенком, неясно-слоистые, с прослоями темно-серых неясно-слоистых, иногда биотурбированных, мелкозернистых песчаников.	35
2. Песчаники темно-серые, неясно-слоистые, мелкозернистые, с прослоями алевролитов, в верхней части пачки с редкими обломками обугленной древесины; наблюдаются линзовидные прослои (5—10 см) известковистых алевролитов.	8
3. Алевролиты темно-серые, комковатые, неясно-слоистые, биотурбированные, с редкими обломками обугленной древесины; редкие мелкие остатки двустворок <i>Maitaia cf. tenkensis</i> Biakov (обр. на изотопию C _{carb} 9-7/АБ-02), брахиопод <i>Athyrididae</i> gen. indet. (здесь и далее определения остатков двустворчатых моллюсков сделаны А.С. Бяковым).	8
4. Песчаники серые, буровато-зеленоватые, мелкозернистые, тонкогоризонтально-слоистые, иногда известковистые, с редкими прослоями (до 5—8 см) разногалечных конгломератов. В составе гальки преобладает кварц, реже встречаются фельзиты, эффузивы кислого—среднего состава, гранитоиды и глинистые сланцы; окатанность галек средняя и хорошая.	35

Зона *Intomodesma costatum*

Подзоны *Maitaia hurenensis* и *Intomodesma costatum*

5. Переслаивание алевролитов темно-серых, песчанистых, неясно-слоистых, биотурбированных (преобладают) и песчаников темно-серых, неясно-слоистых, мелкозернистых, комковатых. В средней части пачки остатки двустворок <i>Phestia</i> ex gr. <i>magna</i> (Popow), в верхней части пачки многочисленные остатки гастропод и неопределимых иноцерамоподобных двустворок.	25
6. Песчаники серые, мелкозернистые, комковатые и массивные, неслоистые, биотурбированные.	10
7. Песчаники буровато-серые, на выветрелой поверхности с рыжевато-розоватым оттенком, мелкозернистые, известковистые, массивные и комковатые, нередко с фукоидами. Редкие остатки двустворок <i>Maitaia cf. quadrata</i> (Lutkevich et Lobanova), <i>Intomodesma</i> ex gr. <i>costatum</i> Popow, <i>Phestia</i> sp.	7
8. Алевролиты и песчаники, аналогичные пачке 5.	15
9. Песчаники горизонтально-слоистые, аналогичные пачке 4, но без прослоев конгломератов; иногда встречается мелкомасштабная косая слоистость.	13
10. Алевролиты темно-серые, сильнобиотурбированные, в целом аналогичные алевролитам пачки 5, с прослоями (10—20 см) темно-серых плохосортированных песчаников и известковистых конкреций. Остатки двустворок: <i>Phestia</i> ex gr. <i>magna</i> (Popow) (обр. на изотопию 9-10б/АБ-02), <i>Myonia cf. gibbosa</i> (Maslennikow), <i>M. aff. gibbosa</i> (Maslennikow), <i>Intomodesma</i> sp. indet. (обр. на изотопию 9-10а/АБ-02), <i>Streblopteria cf. englehardti</i> (Etheridge et Dun).	60
11. Песчаники серые и темно-серые, мелкозернистые, неясно-слоистые, биотурбированные; редкие остатки неопределимых гастропод.	15
12. Переслаивание алевролитов и песчаников темно-серых, мелкозернистых, образующих слои мощностью 1—2 м; редкие обломки призматического слоя раковин иноцерамоподобных двустворок и остатки гастропод.	10

Подзона *Intomodesma evenicum*

13. Пачка, аналогичная 10. Многочисленные остатки двустворок: <i>Intomodesma evenicum</i> Kusnezov (обр. на изотопию 9-13/АБ-02), I. ex gr. <i>costatum</i> Popow.	20
14. Песчаники темно-серые, мелкозернистые, биотурбированные; очень редкие остатки неопределимых гастропод и обломки призматического слоя раковин иноцерамоподобных двустворок.	15
15. Песчаники серые, мелкозернистые, массивные, более плотные, чем предыдущие, с прослоем (3—5 см) ракушечника, представленного остатками гастропод и обломками призматического слоя раковин иноцерамоподобных двустворок.	15
16. Алевролиты темно-серые, неслоистые, аналогичные пачке 10.	7
17. Пачка, аналогичная пачке 15; остатки двустворок <i>Pachymyonia bicarinata</i> (Astafieva-Urbajtis) (обр. на изотопию 9-17/АБ-02), неопределимые гастроподы.	55
18. Алевролиты темно-серые, неслоистые, в нижней части пачки мелкооскольчатые с текстурами плотностной дифференциации вещества и прослоями (от 10 см до десятков сантиметров) известковистых стально-серых мелкозернистых песчаников и эллипсоидальными карбонатными конкрециями (до 10 см в длину). В нижней части пачки остатки двустворок <i>Intomodesma cf. evenicum</i> Kusnezov, в верхней части <i>Intomodesma cf. turgidum</i> Popow, <i>Maitaia</i> sp. (обр. на изотопию 9-18б/АБ-02), <i>Cunavella</i> ? sp. indet.	40
19. Песчаники серые, мелкозернистые, неслоистые, в нижней части пачки с текстурами биотурбации и плотностной дифференциации, в средней и верхней частях горизонтально- и косослоистые.	10
20. Алевролиты темно-серые, песчанистые, неясно-слоистые, биотурбированные, с многочисленными остатками двустворок <i>Intomodesma cf. evenicum</i> Kusnezov, <i>Pachymyonia bicarinata</i> (Astafieva-Urbajtis) (обр. на изотопию 9-20/АБ-02), <i>Guizhoupecten</i> ? cf. <i>corrugatus</i> (Lutkevich et Lobanova) в нижней части пачки и редкими членами криноидей <i>Pentagonopternix</i> sp. (определение А.В. Куриленко) в верхней части.	20
21. Песчаники, аналогичные пачке 19; остатки двустворок <i>Intomodesma</i> ex gr. <i>costatum</i> Popow.	7

Подзона *Intomodesma postevenicum*

22. Алевролиты, аналогичные пачке 20, но несколько более песчанистые, особенно в нижней части пачки; остатки двустворок *Intomodesma* sp. indet., *Cunavella etheridgeiformis* Astafieva-Urbajtis. 20
23. Песчаники серые и светло-серые, со слабым зеленоватым оттенком, мелкозернистые, плотные, горизонтально-слоистые, мощность отдельных слоев достигает 30—40 см; наблюдаются прослои алевролитов (первые сантиметры — десятки сантиметров), подобных встреченным в пачке 20. В средней части пачки прослой (10—20 см) среднекрупнозернистых песчаников и гравийно-галечных конгломератов; в составе гальки преобладает кварц, в подчиненном количестве встречаются эффузивы кислого—среднего состава, гранитоиды, кристаллические и слюдястые сланцы, а также углеродистые сланцы и кремни. Здесь же изредка встречаются следы волновой ряби. Найдены остатки двустворок *Intomodesma* sp. indet. (обр. на изотопию 10-23/АБ-02) и неопределимых мелких гастропод. 50

Далее разрез продолжается по ручью Суол.

24. Песчаники серые и светло-серые, мелкосреднезернистые, реже крупнозернистые, горизонтально- и косослоистые, с очень редкими маломощными (не более 30 см) прослоями темно-серых алевролитов и мелкооскольчатых темно-серых аргиллитов. Косая слоистость крупномасштабная, перекрестно-разнонаправленная, амплитуда косых серий достигает первых десятков сантиметров, иногда наблюдаются следы волновой ряби. Очень редко встречаются остатки обугленной древесины до нескольких сантиметров в длину, единичная мелкая галька кварца хорошей окатанности. В 20 м ниже кровли пачки обнаружены остатки двустворок *Intomodesma* sp. indet. (обр. на изотопию 10-24/АБ-02). 35

Общая мощность описанного разреза имтачанской свиты составляет около 480 м.

Верхняя пермь—нижний триас (некучанская свита, нижняя часть)

Зона *Otoceras concavum*

25. Песчаники темно-серые и серые, мелкосреднезернистые, слюдястые, с включениями брекчированных обломков и линзовидными прослоями темно-серых аргиллитов. 0.4
26. Аргиллиты темно-серые, острооскольчатые, местами со скорлуповатой отдельностью, с кремнисто-глинисто-карбонатными конкрециями уплощенной и вытянутой формы. В 1 м выше подошвы встречены остатки аммоноидей *Otoceras concavum* Tozer и *Otoceras* sp. (определения А.Г. Константинова и С.П. Ермаковой). 5.9

Описание вышележащей части разреза некучанской свиты (пачки 27—36), сопровождаемое подробным анализом ископаемой фауны и характеристикой изотопного состава ($\delta^{13}C_{org}$) аргиллитов, приведено в статье [Захаров и др., 2014].

ДЕТАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ПОГРАНИЧНЫХ СЛОЕВ ИМТАЧАНСКОЙ И НЕКУЧАНСКОЙ СВИТ

Детальное описание пограничных слоев имтачанской и некучанской свит (рис. 3) приводится в связи с тем, что подошва последней ранее сопоставлялась с основанием нижнего триаса (см. рис. 2, правая часть). Ниже приведено описание этих слоев.

Верхняя пермь

Имтачанская свита, верхняя часть, верхи пачки 24

Мощность, см

1. Песчаники серые, среднезернистые, массивные и косослоистые, среднесортированные, аркозовые; среди обломков преобладают кварц и полевые шпаты, в меньшем количестве встречаются обломки пород (спилиты, эффузивы кислого—среднего состава, гранитоиды, кристаллические, слюдястые и углеродистые сланцы, кремни). Верхняя граница слоя неровная. > 50
2. Аргиллиты черные, мелкооскольчатые, несколько рассланцованные, слабожелезные. Верхняя граница слоя ровная. 8
3. Песчаники темно-серые, буроватые, мелкозернистые, сильножелезные. Кровля песчаника неровная. 5
4. Аргиллиты, аналогичные слою 2. 1.0—3.5
5. Песчаники темно-серые мелкозернистые, комковатые, железные, в нижней части постепенно (?) переходят в аргиллиты. 5
6. Аргиллиты черные (линзовидный прослой). 0.2—0.3
7. Песчаники серые, мелкосреднезернистые, плотные. Верхняя граница слоя неровная. 6—7
8. Аргиллиты черные, алевритистые, скорлуповатые, по плоскостям скола развито ожелезнение и местами трещины кальцита. Верхняя граница слоя более-менее ровная. 1.5—2.0
9. Песчаники серые, мелкозернистые, плотные, с массивной текстурой, по составу аналогичные предыдущим; присутствуют редкие включения черных аргиллитов средней окатанности размером 2—10 мм. Верхняя граница неровная за счет того, что песчаники образуют конкреционные стяжения. 5.0—5.5
10. Аргиллиты, аналогичные слою 2. Верхняя граница более-менее ровная. 3.5—4.0



Рис. 3. Контакт имтачанской и некучанской свит на руч. Суол (Южное Верхоянье).

11. Песчаники серые, темно-серые, мелкозернистые, комковатые, ожелезненные, иногда с примазками алевролитов. Состав песчаников аналогичен нижеописанным. Верхняя граница иногда неровная за счет того, что вышележащий слой в нижней части местами образует конкреционные обособления. 16.0—17.5

Верхняя пермь—нижний триас (некучанская свита, пачки 25 и 26 (нижняя часть))

12. Песчаники серые, темно-серые, средне- и плохосортированные, мелкосреднезернистые, граувакковые, иногда образующие конкреционные обособления. По сравнению с подстилающими в них ниже содержание полевых шпатов и кварца, но больше обломков пород, которые несколько отличаются от встреченных в нижележащих песчаниках. Кроме спилитов, гранитоидов, кристаллических, слюдястых и углеродистых сланцев и кремней присутствуют обломки алевропесчаников. Цемент песчаников обогащен органическим веществом. В 5 см выше основания линзовидный прослой темно-серых аргиллитов (0.5 см по мощности). В средней части невыдержанный прослой окатанных и неокатанных включений черных аргиллитов размером от первых миллиметров до 7 см по длинной оси, ориентированных по напластованию. Контакт с подстилающими песчаниками согласный, без признаков размыва. 40

13. Аргиллиты темно-серые до черных, алевритистые, острооскольчатые, местами со скорлуповатой отдельностью, с редкими глинисто-карбонатно-кремнистыми конкрециями. Контакт между слоями 12 и 13 постепенный, без признаков размыва, в то же время отмечается некоторая его неровность, возникшая, очевидно, вследствие тектонических подвижек на границе двух разнокомпетентных толщ. Первые конкреции начинают встречаться примерно в 40 см от подошвы некучанской свиты. В 1 м от основания нами найдены *Otoceras concavum* Tozer и *Otoceras* sp. (определение А.Г. Константинова и С.П. Ермаковой). 100

Из приведенного детального описания видно, что характер перехода от существенно песчаниковой имтачанской свиты к преимущественно аргиллитовой некучанской свите несколько иной, чем описывался ранее и, на наш взгляд, происходит достаточно постепенно.

В интервале около 1 м по мощности в верхней части пачки 24 (слои 2—11) появляются прослой черных ар-

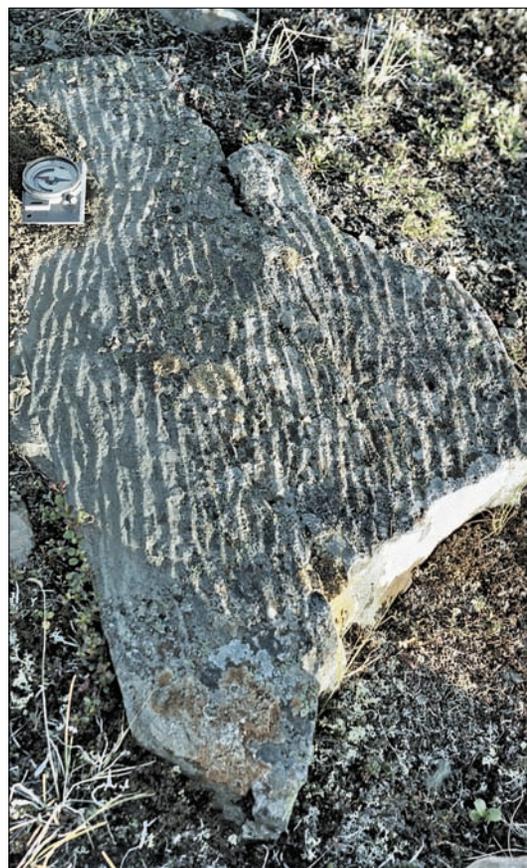


Рис. 4. Знаки волновой ряби в песчаниках пачки 23 имтачанской свиты.

гиллитов, весьма характерных для вышележащих пачек 25—33. За основание некучанской свиты нами принят слой песчаников (слой 12 приведенного выше детального описания), с которого начинается новый трансгрессивный цикл осадконакопления. Предыдущими исследователями этот слой включался в состав имтачанской свиты. Однако эти песчаники и по цвету (существенно более темно-серые по своей окраске), и по своим текстурно-структурным особенностям (более плохосортированные, содержащие прослой окатанных и неокатанных включений черных аргиллитов), и по составу (более граувакковые, а не аркозовые, более обогащенные органическим веществом) отличаются от песчаников имтачанской свиты.

ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

Исследованный разрез имтачанской свиты в целом представляет собой регрессивный цикл осадконакопления. Об этом свидетельствует явное огрубление вверх по разрезу обломочного материала, присутствие в верхах разреза прослоев мелкогалечных конгломератов (пачка 23), появление здесь же знаков волновой ряби (рис. 4), а в вышележащей пачке 24 — крупнозернистых песчаников с крупномасштабной перекрестно-разнонаправленной косою слоистостью (рис. 5) и знаками волновой ряби.

Большая часть разреза имтачанской свиты, обладающая типичным дициклическим строением (чередование пачек биотурбированных алевролитов и песчаников, рис. 6), формировалась, очевидно, в условиях подводной части дельты.

Пачки алевролитов накапливались, скорее всего, в условиях удаленного от суши зафронтального склона дельты — продельты. Об этом может свидетельствовать относительно тонкий гранулометрический состав осадка, следы его биотурбации, как правило, многочисленные остатки бентоса.

Пачки песчаников отвечают относительно менее мористым подводным частям фронтальной части дельты. Здесь иногда встречается косая слоистость, редкие прослой конгломератов; остатки бентоса, как правило, отсутствуют или очень редки. Подобная цикличность строения разреза дельты была описана Ф. Петтджоном и интерпретировалась им как свидетельство наступания дельты в сторону моря [Петтджон, 1981].

Самая верхняя часть разреза имтачанской свиты (пачка 24), где характерны средне- и крупнозернистые песчаники с крупномасштабной перекрестно-разнонаправленной косою слоистостью и знаками волновой ряби, накапливалась в субаквальных или даже субаэральных обстановках верхней части дельты (вероятнее всего, в верхних частях ее мелководных лопастей — дельтовой равнине). Отсутствие каких-либо явных признаков континентальных обстановок (палеопочв, прослоев углей) также, по нашему мнению, подтверждает близбереговые бассейновые условия седиментации.

Ископаемая фауна в имтачанской свите представлена почти исключительно двустворчатыми моллюсками и гастроподами, свойственными мелководным морским обстановкам Верхоянского и Охотского бассейнов [Кутыгин и др., 2003; Бяков, 2007]. Относительно разнообразный таксономический состав сообществ говорит, скорее всего, о нормальной морской солености. В нижней части разреза найдены и остатки брахиопод-атириид, также свидетельствующие о нормальных морских условиях. В верхней части свиты присутствуют остатки типично морских беспозвоночных, в частности, члеников стеблей морских лилий *Pentagonopternix* sp., живших, вероятно, при нормальной солености. Лишь самые верхние части разреза, где разнообразие фауны значительно снижается и она почти исчезает, могут свидетельствовать о значительном опреснении бассейна.

Находки бентосных организмов, таких как атириидные брахиоподы (обитавшие при нормально морских условиях) в нижней части имтачанской свиты, и члеников стеблей морских лилий в ее верхней части не противоречат в целом дельтовому генезису этих отложений. Как известно, многие черты дельт определяются результатом взаимодействия речных и внутрибассейновых процессов [Эллиотт, 1990]. Одним из наиболее важных процессов является механизм, которым смешиваются речные и бассейновые воды. Основным способом взаимодействия вод в морских дельтах является модель гипоклинального потока, когда речные пресные воды, обладающие меньшей плотностью, чем соленые морские, распространяются в морском бассейне в виде поддерживаемых на поверхности струй или слоя. Не исключено поэтому, что в придонном водном слое могут сохраняться нормальная соленость и, как следствие, условия для обитания нормально-морской бентосной фауны. Вместе с тем весьма примечателен тот факт, что в верхнепермских отложениях Верхоянья не установлены морские планктонные организмы, а находки стеногалинных нектонных, каковыми были аммоноидеи и наутилоидеи, исключительно редки. В качестве одной из возможных причин этого может, вероятно, рассматриваться привнос пресных вод реками и, как следствие, аномально низкая соленость вод Верхоянского бассейна.

В совокупности все перечисленные признаки являются индикаторными для дельтовых обстановок. Соответствующие фации наглядно проиллюстрированы Ф. Петтджоном [1981], Г.-Э. Рейнеком и И.Б. Сингхом [1981] и Т. Эллиоттом [1990].



Рис. 5. Косая крупномасштабная перекрестно-разнонаправленная слоистость в песчаниках пачки 24 имтачанской свиты.

Вывод о дельтовых условиях осадконакопления имтачанской свиты, сделанный нами на основе комплексного анализа строения разреза одноименной свиты, структур и текстур пород, а также заключенных в них ископаемых остатков, вполне согласуется с представлениями предыдущих исследователей. В ряде работ [Гурьев, 1995; Константиновский, 2009] авторы трактуют участки резкого возрастания мощностей свит в верхней части перми Южного Верхоянья как свидетельство несомненных дельтовых обстановок их образования.

Наконец, еще одним немаловажным аргументом в пользу дельтового генезиса имтачанской свиты является скорость осадконакопления, которая более чем в два раза превышает пороговые значения лавинной седиментации, составляющие, по [Лисицын, 1988], 100 м за 1 млн лет.

Как известно, существует лишь три глобальных уровня лавинной седиментации: 1) дельта, 2) подножие континентального склона, 3) глубоководный желоб. Ввиду явной мелководности условий образования пород имтачанской свиты последние два случая, очевидно, отпадают. Для отложений имтачанской свиты рассчитанная нами скорость осадконакопления составляет около 200—240 м за 1 млн лет, исходя из мощности имтачанской свиты в 480 м, уплотнения пород при литификации осадка минимум в 2 раза и суммарной продолжительности позднего вучапина—чансиня (зона Costatum + зона Concautum) около 4 млн лет.

Образование отложений некучанской свиты связано с началом нового трансгрессивного цикла и происходило, очевидно, в пределах шельфа. Формирование песчаников пачки 25 (= слою 12, см. рис. 2) происходило в условиях быстроразвивавшейся морской трансгрессии и повышенной гидродинамики среды, что доказывается существенным изменением состава песчаников (они в значительной степени обогащены



Рис. 6. Чередование пачек биотурбированных алевролитов и песчаников в имтачанской свите на водоразделе р. Сеторым — руч. Суол.

органическим веществом и существенно более граувакковые в отличие от аркозовых песчаников имтачанской свиты), присутствием в них интракластов аргиллитов.

Вышележащие аргиллиты (пачка 26) накапливались в условиях более глубокого шельфа. Это доказывается тонкой гранулометрией пород и остатками нектонной фауны (цератитов рода *Otoceras*) при полном отсутствии явных признаков мелководья. Полное отсутствие остатков бентоса в нижней части некучанской свиты, вероятно, может быть связано с аноксическими условиями в придонном слое, имевшими в это время глобальное распространение.

Таким образом, достаточно резкий литологический контакт между имтачанской и некучанской свитами связан не с размывом верхней части пермских (в старом понимании) отложений и, тем более, не с региональным перерывом в седиментации, а обусловлен сменой обстановок осадконакопления. Песчаники имтачанской свиты, формировавшиеся в верхних частях дельты, сменяются песчаниками и аргиллитами некучанской свиты, накапливавшимися в обстановке глубокого шельфа в условиях развивавшейся быстрой трансгрессии моря.

БИОСТРАТИГРАФИЯ

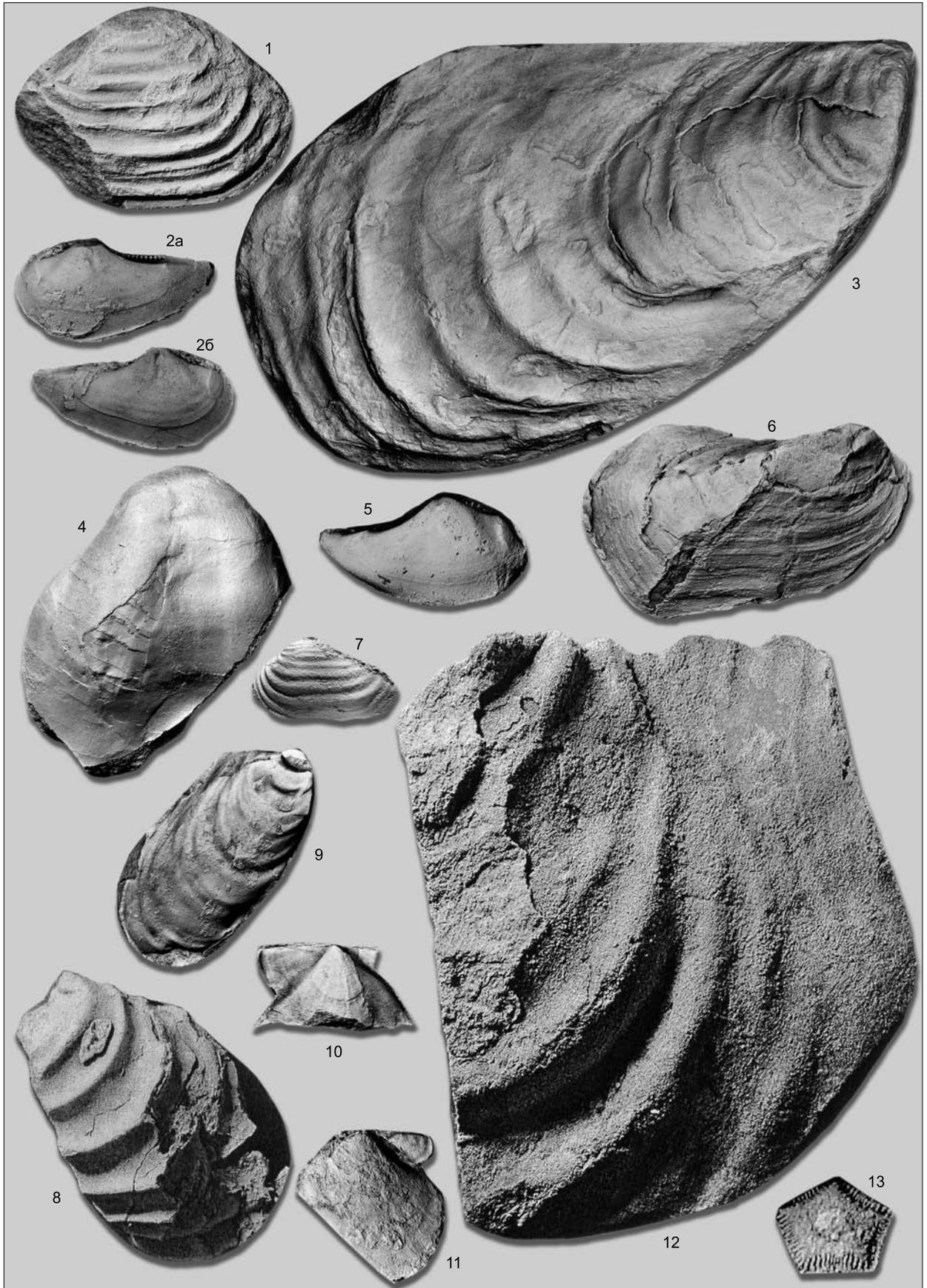
Нижняя часть изученных отложений (пачки 1—4), где найдены *Maitaia* cf. *tenkensis* Biakov, отнесена нами к нижней половине хальпирского горизонта верхней перми Верхоянья, параллелизуемого с хивачским горизонтом Колымо-Омолонского региона [Кутыгин и др., 2003]. Начиная с пачки 5, отложения содержат остатки двустворчатых моллюсков, преимущественно представителей иноцерамоподобных двустворок рода *Intomodesma*, характеризующих верхнюю половину хальпирского регионального горизонта Верхоянья и эквивалентного ему хивачского горизонта Колымо-Омолонского региона [Бяков, 2012, 2013], бивальвиевую зону *Intomodesma costatum* (рис. 7). Отсюда определены: *Phestia* ex gr. *magna* (Popow), *Intomodesma* ex gr. *costatum* Popow, *I. cf. costatum* Popow, *I. evenicum* Kusnezov, *Pachymyonia bicarinata* (Astafieva-Urbajtis), *Myonia gibbosa* (Maslennikow), *Cunavella etheridgeiformis* Astafieva-Urbajtis и др. В пачке 20 интересна находка члеников стеблей криноидей *Pentagonopternix* sp.

Если сравнивать комплекс окаменелостей имтачанской свиты изученного разреза с другими относительно мелководными разрезами терминальной перми Верхояно-Охотского региона, в первую очередь, с разрезами хальпирской свиты Западного Верхоянья [Кутыгин и др., 2003] и кулинской свиты северо-восточного обрамления Охотского массива [Бяков, 2007], можно отметить их достаточно большое сходство. Присутствие таких общих видов двустворок, как *Intomodesma* ex gr. *costatum*, *I. evenicum*, *Pachymyonia bicarinata*, *Myonia gibbosa*, *Cunavella etheridgeiformis*, не оставляет сомнений в одновозрастности верхних частей имтачанской, хальпирской и кулинской свит.

Вертикальное распределение остатков интомодесм достаточно хорошо согласуется с биостратиграфическими материалами, полученными из других пермских разрезов северо-востока Азии, и в целом подтверждает установленную ранее возможность более детального подразделения зоны *Costatum* на основе филогенетического тренда на четыре подзоны: *Maitaia hurenensis* → *Intomodesma costatum* → *Intomodesma evenicum* *Intomodesma postevenicum* [Бяков, 2007]. В исследованном разрезе на р. Сеторым

Рис. 7. Верхнепермская фауна из разреза по р. Сеторым, Южное Верхоянье. Все изображения, кроме специально отмеченных, даны в натуральную величину.

1 — *Myonia* aff. *gibbosa* (Maslennikow), экз. № 1/02—06.101, неполное ядро двустворчатого экземпляра со стороны правой створки; правобережье устьевой части р. Сеторым на водоразделе р. Сеторым—руч. Суол (Вера), имтачанская свита, т.н. 9, пачка 10; верхняя пермь, хальпирский (хивачский) горизонт, бивальвиевая зона *Intomodesma costatum*, подзона *Maitaia hurenensis* — *Intomodesma costatum*; 2, 5 — *Phestia* ex gr. *magna* (Popow): 2 — экз. № 2/02—06.101, ядро двустворчатого экземпляра: а — вид со стороны левой створки, б — вид со стороны правой створки; 5 — экз. № 3/02—06.101, ядро правой створки; местонахождение и возраст те же; 3, 12 — *Intomodesma evenicum* Kusnezov in Biakov, (x 0.8): 3 — экз. № 4/02—06.101, ядро двустворчатого экземпляра со стороны правой створки; 12 — экз. № 12/02—06.101, неполное ядро левой створки, т.н. 9, пачка 13; подзона *Intomodesma evenicum*; 4 — *Pachymyonia bicarinata* (Astafieva-Urbajtis), экз. № 5/02—06.101, неполное ядро двустворчатого экземпляра со стороны левой створки; местонахождение и возраст те же; 6 — *Cunavella etheridgeiformis* Astafieva-Urbajtis, экз. № 6/02—06.101, ядро двустворчатого экземпляра со стороны правой створки; т.н. 9, пачка 22; подзона *Intomodesma postevenicum*; 7 — *Myonia* cf. *gibbosa* (Maslennikow), экз. № 7/02—06.101, несколько неполное ядро двустворчатого экземпляра со стороны левой створки; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 1; 8 — *Intomodesma* cf. *turgidum* Popow, экз. № 8/02—06.101, ядро правой створки; т.н. 9, пачка 18; возраст тот же, что и у фиг. 3; 9 — *Intomodesma* cf. *costatum* Popow, экз. № 9/02—06.101, неполное ядро левой створки; т.н. 9, пачка 10; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 1; 10 — *Guizhoupecten* ? cf. *corrugatus* (Lutkevich et Lobanova), экз. № 10/02—06.101, неполное ядро левой створки; т.н. 9, пачка 20; возраст тот же, что и у фиг. 3; 11 — *Streblopteria* cf. *englehardtii* (Etheridge et Dun), экз. № 11/02—06.101, неполное ядро правой створки; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 1; 13 — *Pentagonopternix* sp., экз. № 13/02—06.101, отпечаток сочленовой поверхности проксимального членика (x 2.5); местонахождение и возраст тот же, что и у фиг. 10.



непосредственно выше подзоны *evenicum*, так же как и в разрезе по руч. Титан в верховьях р. Хурэн северо-восточного обрамления Охотского массива [Бяков, 2007], выделяется интервал, лишенный остатков *Intomodesma evenicum* и индексированный в качестве подзоны *Intomodesma postevenicum*. Этот интервал может быть сопоставлен с самой верхней частью разреза верхней перми Балыгычанского блока, где вместе с последними интомодесмами (*Intomodesma postevenicum* Biakov) был найден отпечаток позднечансинского *Claraioides* aff. *primitivus* (Yin) [Бяков, 2001].

Следует отметить, что из верхней части пермских и нижней части триасовых отложений, преимущественно из конкреций, нами были отобраны пробы на конодонты (более 30 проб весом от 0.5 до 2 кг) и палиноморфы (15 проб), которые были изучены Т.В. Клец и А.В. Копыловой, НГУ (конодонты) и В.В. Вайей, Институт палеоботаники им. Бирбала Сахни, Лакхнау, Индия (палиноморфы). К сожалению, ни в одной из изученных проб определенных остатков конодонтов и палиноморф (кроме их неопределимых фрагментов) обнаружить не удалось. Определимые конодонты (*Hindeodus typicalis* (Sweet), *Clarkina* cf. *changxingensis* Wang et Wang (определения Х. Коцупа)) ранее были обнаружены лишь в основании пачки 27 некучанской свиты разреза Николкин Ключ, в 1.5 м ниже первого появления триасового цератита *Tomphiceras pascoei*. Конодонты *Clarkina changxingensis* обычны для верхнего чансиня перми [Yin et al., 1996].

В глинисто-карбонатно-кремнистой конкреции, встреченной в 1 м выше подошвы некучанской свиты разреза Суол, А.В. Ядренкиным (ИНГТ СО РАН, г. Новосибирск) были обнаружены мелкие фораминиферы *Ammodiscus septentrionalis* Gerke, ?*Am. ex gr. parapriscus* Ho, *Glomospira deplanata* Kasatkina, *G. ex gr. sinensis* Ho, *Glomospirella indskiensis* Kasatkina. *Ammodiscus septentrionalis* является видом, обычным для верхней перми [Касаткина и др., 1985]; голотип *Glomospirella indskiensis* происходит из 15-метровой примореченской толщи условно индского возраста о. Котельный (возраст определен по стратиграфическому положению между отложениями с пермскими брахиоподами и нижнеоленекской толщей зоны *Hedenstroemia hedenstroemi*) [Константинов и др., 2013б]. Прочие обнаруженные формы близки к видам, распространенным в нижнем и среднем триасе [Kolar-Jurkošek et al., 2013; Bondarenko et al., 2014].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА И ПОЛОЖЕНИЕ ГРАНИЦЫ ПЕРМИ И ТРИАСА

С целью получения предварительных данных по изотопно-углеродной характеристике верхней части пермских отложений нами был изучен изотопный состав углерода и кислорода раковин некоторых двустворчатых моллюсков из имтачанской свиты (см. рис. 2). На изотопный анализ раковинного вещества были взяты девять проб из раковин *Maitaia* sp., *Intomodesma* ex gr. *evenicum* Kuznezov, *Intomodesma* sp. indet., *Phestia* ex gr. *magna* (Popov), *Pachymyonia bicarinata* (Astafieva-Urbajtis), собранных из разных пачек верхней части имтачанской свиты верхней перми (см. рис. 2). Анализ проводился в Аналитическом центре ДВГИ ДВО РАН (г. Владивосток) на масс-спектрометре Finnigan MAT-252 по общепринятой методике.

В шести отобранных пробах, происходящих из раковин иноцерамоподобных двустворок (9-7/АБ-02, 9-10а/АБ-02, 9-13/АБ-02, 9-18б/АБ-02, 10-23/АБ-02, 10-24/АБ-02), установлены значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ (PDB), по-видимому, отражающие первичный изотопно-углеродный состав этих раковин: они колеблются от 2.1 до 4.8 ‰. Однако в трех пробах (9-10б/АБ-02, 9-17/АБ-02, 9-20/АБ-02) значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ значительно занижены за счет диагенетических изменений (таблица). По этой же причине значения $\delta^{18}\text{O}$ (SMOW) существенно занижены во всех исследованных пробах: колеблются от 10.3 до 17.4 ‰ (или от -20.0 до -17.6 ‰ в PDB). Пробы были отобраны преимущественно из призматических слоев раковин кальцитового состава. Полученные значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ биогенных карбонатов (от 2.1 до 4.8 ‰) близки установленным в верхней части вучапинского—чансинского яруса многих разрезов мира [Zakharov et al., 2005; Yin et al., 2007; Korte, Kozur, 2010; Liu et al., 2013].

Корреляция верхней части пермского разреза с верхней частью чансинского яруса подтверждается недавно проведенными нами исследованиями $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ из аргиллитов имтачанской и некучанской свит [Захаров и др., 2014, 2015]. Самые верхи имтачанской свиты характеризуются высокими значениями $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ (до -26.3 ‰), типичными для верхов перми различных разрезов мира [Wignall et al., 1998; Stemmerik et al., 2001; Grasby, Beauchamp, 2008; Hermann et al., 2010] с последующим быстрым снижением этих значений до -27.9 ‰ в основании некучанской свиты и хорошо выраженным отрицательным экскурсом (до -30.3 ‰) в 5 м выше основания некучанской свиты, чуть выше которого и проходит предполагаемая граница перми и триаса.

Результаты анализа $\delta^{13}C_{carb}$ и $\delta^{18}O_{carb}$ из раковин двустворчатых моллюсков имтачанской свиты бассейна р. Сторым, Южное Верхоянье

№ образца	Систематическая принадлежность	Подзона	Локализация материала на раковине	Цвет	Диагностическое изменение	$\delta^{13}C$ (PDB), ‰	$\delta^{18}O$ (SMOW), ‰	$\delta^{18}O$ (PDB), ‰
9-7/АБ-02	<i>Maitaia</i> sp.	Costatum (верхняя часть)	Призматический слой с переднего края некрупной (6 см) тонкостенной (менее 1 мм) раковины	Серый	Умеренное	3.5	10.3	-20.0
9-10а/АБ-02	<i>Intomodesma</i> sp. indet.	Costatum (средняя часть)	Призматический слой с заднего края раковины толщиной 1.5 мм	Светло-серый	»	2.1	11.4	-18.9
9-10б/АБ-02	<i>Rhesia</i> ex gr. <i>magna</i> (Popov)	»	Средняя часть небольшой (4 см) раковины	Темно-серый	Сильное	-4.1	11.2	-19.1
9-13/АБ-02	<i>Intomodesma</i> ex gr. <i>eveniscium</i> Kuzn.	Eveniscium (нижняя часть)	Призматический слой со средней части крупной (более 20 см) раковины	Светло-серый	Умеренное	3.4	12.8	-17.6
9-17/АБ-02	<i>Rachymyonia bicarinata</i> (Ast.-Urb.)	Eveniscium (средняя часть)	Примакушечная часть раковины	Темно-серый	Сильное	-5.1	12.1	-18.2
9-18б/АБ-02	<i>Maitaia</i> sp.	Eveniscium (верхняя часть)	Призматический слой с переднего края (?) некрупной (6—8 см) тонкостенной (менее 1 мм) раковины	Серый	Умеренное	4.8	11.6	-18.7
9-20/АБ-02	<i>Rachymyonia bicarinata</i> (Ast.-Urb.)	»	Передний край раковины среднего размера (5 см)	Темно-серый	Сильное	-11.6	12.3	-18.1
10-23/АБ-02	<i>Intomodesma</i> sp. indet.	Posteveniscium (средняя часть)	Призматический слой с заднего(?) края крупной (вероятно, более 30 см) раковины толщиной 6 мм	Светло-серый	Умеренное	3.5	12.8	-17.6
10-24/АБ-02), руч. Суол	»	Posteveniscium (верхняя часть)	Призматический слой с заднего (?) края крупной (вероятно, не менее 20 см) раковины толщиной 4 мм	»	»	3.0	17.4	-13.1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований впервые получено детальное описание одного из наиболее представительных разрезов пограничных отложений перми и триаса Северной Евразии. На основании новых находок остатков макрофауны, изучения изотопного состава углерода и литологических характеристик пограничных отложений имтачанской и некучанской свит доказано присутствие в этом разрезе самых верхних частей пермской системы, отвечающих чансинскому ярусу. Достаточно резкий литологический контакт между породами имтачанской и некучанской свит отражает, скорее всего, не региональный перерыв в седиментации, а смену обстановок осадконакопления, переход от дельтовых условий (имтачанская свита) к обстановкам глубокого шельфа (некучанская свита). Условия формирования последней связываются с началом быстроразвивавшейся морской трансгрессии.

Авторы выражают искреннюю признательность А.В. Копыловой и безвременно ушедшей Т.В. Клец (НГУ, г. Новосибирск), принимавшим участие в полевых работах 2003 г. и обработавшим пробы на конодонты, Вяйе (Институт палеоботаники им. Бирбала Сахни, Индия), изучавшей пробы на палиноморфы, а также С.П. Ермаковой (ИГАиБМ СО РАН, г. Якутск), А.В. Ядренкину (ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск) и А.В. Куриленко (ОАО «Читагеолсъёмка», г. Чита), принимавшим участие в определении ископаемой фауны, Т.А. Веливецкой (ДВГИ ДВО РАН, г. Владивосток), исследовавшей изотопный состав раковинного вещества пермских двустворчатых моллюсков. Авторы признательны рецензентам В.В. Черныху и А.Ю. Попову за весьма ценные замечания и советы, учтенные при доработке статьи, а также В.Я. Вуксу (ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург) за консультацию по нижнетриасовым фораминиферам.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 14-05-00217, 14-05-00116, 13-05-00520), а также государственной программы повышения конкурентоспособности Казанского (Приволжского) федерального университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров и является вкладом в проект 630 международной программы геологической корреляции.

ЛИТЕРАТУРА

Абрамов Б.С. Стратиграфия верхнепалеозойских отложений Южного Верхоянья. Новосибирск, Наука, 1974, 95 с.

Архипов Ю.В., Афанасьев М.Г., Дагис А.А., Трущелев А.М. Экскурсия 054. Пермские и триасовые отложения Якутии // 27-й Международный геологический конгресс, сводный путеводитель экскурсий 052, 053, 054, 055. Новосибирск, Наука, 1984, с. 68—88.

Будников И.В., Кутыгин Р.В., Бяков А.С., Клец А.Г. Терминальная пермь Западного Верхоянья // Тезисы докладов Всероссийского стратиграфического совещания по пермской системе России «Татарский ярус Европейской России: проблемы стратиграфии и корреляции с морской тетической шкалой». М., ГИН РАН, 2002, с. 1.

Бяков А.С. Зональное расчленение перми Северо-Востока Азии по двустворчатым моллюскам // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2000, т. 8, № 1, с. 35—54.

Бяков А.С. О полном объеме перми на Северо-Востоке Азии: палеонтологическое доказательство присутствия аналогов чансина // ДАН, 2001, т. 378, № 3, с. 363—365.

Бяков А.С. Биостратиграфия пермских отложений Северного Приохотья (Северо-Восток Азии) // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2007, т. 15, № 2, с. 47—71.

Бяков А.С. Новая зональная схема пермских отложений Северо-Востока Азии. Статья 1. Зональное расчленение // Тихоокеанская геология, 2012, т. 31, № 5, с. 13—40.

Бяков А.С. Новая зональная схема пермских отложений Северо-Востока Азии. Статья 2. Вопросы корреляции // Тихоокеанская геология, 2013, т. 32, № 1, с. 3—17.

Ганелин В.Г. Таймыро-Колымская подобласть // Основные черты стратиграфии пермской системы СССР / Под ред. Г.В. Котляр, Д.Л. Степанова. Л., Недра, 1984, с. 111—142.

Гурьев Г.А. Лавинная седиментация в карбоне—перми Южного Верхоянья // Тихоокеанская геология, 1995, т. 14, № 5, с. 109—115.

Дагис А.С., Дагис А.А. Биостратиграфия древнейших отложений триаса и граница палеозоя и мезозоя // Геология и геофизика, 1987 (1), с. 19—29.

Дагис А.С., Дагис А.А., Казаков А.М., Константинов А.Г., Курушин Н.И. Биостратиграфия нижнего инда Восточного Верхоянья // Биостратиграфия мезозоя Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, Наука, 1986, с. 21—31.

Домохотов С.В. О татарском ярусе Восточного Верхоянья // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан, Магадан. кн. изд-во, 1960, вып. 14, с. 27—33.

Дуранте М.В. О «чансинском ярусе» Северо-Восточной Азии // Современные проблемы палеофлористики, палеофитогеографии и фитостратиграфии. Труды международной палеоботанической конференции. Москва, 17—18 мая 2005 г. Вып. 1. М., ГЕОС, 2005, с. 90—96.

Дуранте М.В., Израилев Л.М. Флористические комплексы и стратиграфия каменноугольных и пермских отложений меридиональной части Западного Верхоянья // Бюлл. МОИП. Отд. геол., 1977, т. 52, № 4, с. 112—124.

Ермакова С.П., Кутыгин Р.В. О нижней границе индского яруса в Восточном Верхоянье // Геология и геофизика, 2000, т. 41 (5), с. 671—678.

Захаров Ю.Д. Otoceras Бореальной области // Палеонтологический журнал, 1971, № 3, с. 50—59.

Захаров Ю.Д., Бяков А.С., Хорачек М. Глобальная корреляция базальных слоев триаса (в свете первых изотопно-углеродных свидетельств по границе перми и триаса в Сибири) // Тихоокеанская геология, 2014, т. 33, № 1, с. 3—19.

Захаров Ю.Д., Бяков А.С., Рихоц С., Хорачек М. Значение изотопно-углеродных данных по пограничным слоям перми и триаса в Верхоянье для глобальной корреляции базальных слоев триаса // ДАН, 2015, т. 460, № 1, с. 1—5.

Касаткина Е.А., Преображенская Э.Н., Черкесов О.В. Комплексы фораминиер из терригенных пород перми, нижнего и среднего триаса северо-западного побережья острова Котельный // Стратиграфия и палеонтология осадочных бассейнов севера СССР. Л., Севморгеология, 1985, с. 55—61.

Константинов А.Г., Клец Т.В. Границы ярусов в триасе Северо-Востока Азии // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2009, т. 17, № 2, с. 66—85.

Константинов А.Г., Соболев Е.С., Копылова А.В., Ядренкин А.В. Триас Северо-Востока России: зональные шкалы, границы ярусов и нерешенные проблемы // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства. Всероссийское совещание. 23—25 мая 2013 г., Геологический институт РАН, г. Москва. Сборник статей / Ред. М.А. Федонкин. М., ГИН РАН, 2013а, с. 262—266.

Константинов А.Г., Соболев Е.С., Ядренкин А.В. Стратиграфия триаса восточной части побережья моря Лаптевых и Новосибирских островов // Геология и геофизика, 2013б, т. 54, (8), с. 1028—1046.

- Константиновский А.А.** Осадочные формации Верхоянского пояса и обстановки их накопления // Литология и полезные ископаемые, 2009, № 1, с. 65—86.
- Коростелев В.И.** Триасовые отложения Восточного Верхоянья. Якутск, Якут. кн. изд-во, 1972, 174 с.
- Кутыгин Р.В., Будников И.В., Бяков А.С., Клец А.Г., Гриненко В.С.** Опорный разрез дулгалахского и хальпирского горизонтов Западного Верхоянья // Тихоокеанская геология, 2003, т. 22, № 6, с. 82—97.
- Лисицын А.П.** Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах. М., Наука, 1988, 310 с.
- Петтиджон Ф.** Осадочные породы. М., Недра, 1981, 751 с.
- Рейнек Г.-Э., Сингх И.Б.** Обстановки терригенного осадконакопления. М., Недра, 1981, 440 с.
- Решения** Рабочего совещания по стратиграфии пограничных слоев перми и триаса Южного Верхоянья. Якутск, Якут. кн. изд-во, 1970, 19 с.
- Решения** Межведомственного стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою Северо-Востока СССР. Магадан, Магадан. кн. изд-во, 1978, 192 с.
- Шевырев А.А.** Биохронология триаса: современное состояние и основные проблемы // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2006, т. 14, № 6, с. 54—67.
- Шевырев А.А., Лозовский В.Р.** Граница перми и триаса в морских сериях // Граница перми и триаса в континентальных сериях Восточной Европы (материалы к международному симпозиуму «Верхнепермские стратотипы Поволжья»). М., ГЕОС, 1998, с. 184—209.
- Эллиотт Т.** Дельты // Обстановки осадконакопления и фации / Ред. Х. Реддинг. Т. 1. М., Мир, 1990, с. 144—191.
- Bondarenko L.G., Zakharov Y.D., Barinov N.N.** The first find of well-preserved foraminifera in the Lower Triassic of Russian Far East // Albertiana, 2014, № 41, p. 34—38.
- Dagys A., Ermakova S.** Induan (Triassic) ammonoids from North-Eastern Asia // Rev. Palaeobiol., 1996, v. 15, № 2, p. 401—447.
- Grasby S.E., Beauchamp B.** Intrabasin variability of the carbon-isotope record across the Permian-Triassic transition, Sverdrup Basin, Arctic Canada // Chem. Geol., 2008, v. 253, p. 141—150.
- Hermann E., Hochuli P.A., Bucher H., Vigran J.O., Weissert H., Bernasconi M.** A close-up view of the Permian-Triassic boundary based on expanded organic carbon isotope records from Norway (Trøndelag and Finnmark Platform) // Global Planet. Change, 2010, v. 74, p. 156—167.
- Kolar-Jurkovšek T., Vuks V.J., Aljinovlae D., Hautmann M., Kalm A., Jurkovšek B.** Olenekian (Early Triassic) fossil assemblage from eastern Julian Alps (Slovenia) // Ann. Soc. Geol. Pol., 2013, v. 83, p. 213—227.
- Korte C., Kozur H.W.** Carbon-isotope stratigraphy across the Permian-Triassic boundary: A review // J. Asian Earth Sci., 2010, v. 39, p. 215—235.
- Liu X., Wang W., Shen S.-Z., Gorgij M.N., Ye F.C., Zhang Y.C., Furuyama S., Kano A., Chenet X.Z.** Late Guadalupian to Lopingian (Permian) carbon and strontium isotopic chemostratigraphy in the Abadeh section, central Iran // Gondwana Res., 2013, v. 24, p. 222—232.
- Stemmerik L., Bendix-Almgreen S.E., Piasecki S.** The Permian-Triassic boundary in central East Greenland: past and present views // Bull. Geol. Soc. Denmark, 2001, v. 48, p. 159—167.
- Tozer E.T.** A standard for Triassic time // Bull. Geol. Surv. Canada, 1967, № 156, p. 1—103.
- Wignall P.B., Morante R., Newton R.** The Permo-Triassic transition in Spitsbergen: $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ chemostratigraphy, Fe and S geochemistry, facies, fauna and trace fossils // Geol. Mag., 1998, v. 135, № 1, p. 47—62.
- Yin H.F., Wu S., Ding M., Zhang K., Tong J., Yang F., Lai X.** The Meishan section, candidate of the global section and point of Permian—Triassic boundary // The Palaeozoic-Mesozoic boundary (candidates of global stratotype section and point of the Permian-Triassic boundary). Wuhan, China University of Geosciences Press, 1996, p. 31—48.
- Yin H.F., Zhang K.X., Tong J.N., Yang Z.Y., Wu S.B.** The global stratotype section and point (GSSP) of the Permian-Triassic boundary // Episodes, 2001, v. 24, № 2, p. 102—114.
- Yin H.F., Feng Q., Lai X., Baud A., Tong J.N.** The protracted Permo-Triassic crisis and multi-episode extinction around the Permian—Triassic boundary // Global Planet. Change, 2007, v. 55, p. 1—20.
- Zakharov Y.D.** Ammonoid succession of Setorym River (Verkhoyansk area) and problem of Permian-Triassic boundary in Boreal Realm // J. China University of Geosciences, 2002, v. 13, № 2, p. 107—123.
- Zakharov Y.D., Biakov A.S., Baud A., Kozur H.** Significance of Caucasian sections for working out carbon-isotope standard for Upper Permian and Lower Triassic (Induan) and their correlation with the Permian of North-Eastern Russia // J. China University of Geosciences, 2005, v. 16, № 2, p. 141—151.