

ЛИТО-, БИОСТРАТИГРАФИЯ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ БАЗАЛЬНОГО ГОРИЗОНТА ВЕРХОЯНСКОГО ТЕРРИГЕННОГО КОМПЛЕКСА В СЕВЕРНОМ ХАРАУЛАХЕ

Н.В. Сенников^{1,2}, Р.А. Хабибулина¹, Т.В. Гонга^{1,2}, О.Т. Обут^{1,2}

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

² Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 1, Россия

Одной из наиболее дискуссионных проблем в позднепалеозойской истории развития седиментационных бассейнов Северного Хараулаха до настоящего времени остается проблема генезиса «крестякских конгломератов». Также важным и востребованным является вопрос точного биостратиграфического датирования этого псефитопсаммитового стратона, являющегося базальным горизонтом верхоянского верхнепалеозойского терригенного комплекса. По геологическим, литологическим и седиментационным данным отложения крестякских конгломератов атырдахской свиты отнесены к дебритам: образованиям, формирующим и заполняющим за счет суспензионных потоков протяженные подводные депрессии в виде каньонов и каналов-ложбин. Возраст начального этапа формирования верхоянского терригенного комплекса оценивается как средний визе раннего карбона.

Карбон, визе, стратиграфия, литология, Северный Хараулах

THE BASAL UNIT OF THE VERKHOYANSK SEDIMENTARY COMPLEX, NORTHERN KHARAULAKH: LITHOSTRATIGRAPHY, BIOSTRATIGRAPHY, AND DEPOSITION ENVIRONMENTS

N.V. Sennikov, R.A. Khabibulina, T.V. Gonta, and O.T. Obut

The origin and biostratigraphic constraints of the Krestyakh conglomerate remain among most controversial issues in the Late Paleozoic history of the North Kharaulakh basin. The Krestyakh conglomerate is a sequence of coarse sand to pebble-size sediments at the base of the Late Paleozoic Verkhoyansk clastic complex. According to geological, lithological, and sedimentation data, the Krestyakh conglomerate in the Atyrdakh Formation is composed of debrites: deposits carried by debris flows that fill submarine canyons. The Verkhoyansk clastic deposition began in the middle Visean stage of the Early Carboniferous.

Carboniferous, Visean, stratigraphy, lithology, Northern Kharaulakh

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы стратиграфии и седиментологии сопряженных пограничных зон масштабных геологических структур принципиально различного строения, таких как платформенные и складчатые области, постоянно привлекают к себе внимание исследователей. К таким зонам относится район низовья р. Лена с зоной сочленения структур Сибирской платформы и Верхоянской складчатой области [Drachev, 2011; Klett et al., 2011; Прокопьев и др., 2013; и др.]. На этой территории (рис. 1, 2), на правом берегу р. Лена в ее низовьях (ниже о. Тит-Ары), а также в ее дельте, в начале Быковской протоки на м. Крестях (м. Крест-Тумса у северо-западного подножия горы Крест-Хая) вблизи полярной станции Сокол (Хабарова) обнажаются интенсивно дислоцированные девонские и каменноугольные осадочные образования Северного Хараулаха (Северное Верхоянье). Вопросы возрастного определения стратиграфического положения местных верхнепалеозойских осадочных образований этого региона достаточно успешно разрабатывались с помощью биостратиграфии по брахиоподам [Лапина, 1962; Каширцев и др., 1966; Абрамов, Григорьева, 1986; Клец, 2005], остракодам [Бушмина, 1970], кораллам [Кокшарская, 1965], гониатитам [Андрианов, 1985], фораминиферам [Богуш и др., 1965] и другим группам фауны. В последние годы значительные уточнения в понимании хроностратиграфического объема местных девонских и каменноугольных стратонов удалось получить при изучении конодонтов, брахиопод и аммоноидей [Язиков и др., 2013; Язиков, Соболев, 2013; Yazikov et al., 2015; Izokh, Yazikov, 2017].

Наиболее значительные по площади выходы пород в этом регионе занимают каменноугольные отложения. Их образования представлены бастахской, атырдахской, тиксинской и тугасирской свитами

Рис. 1. Схема расположения основных выходов нижнекаменноугольных осадочных образований на северо-востоке Сибирской платформы, в Верхоянье и на арктических островах моря Лаптевых.

1 — Северное Верхоянье, Хараулахский хребет (районы исследований: 1 — м. Крестях в начале дельты р. Лена, 2 — правобережье Лены у устьев ручьев Таба-Бастах-Юрэгэ и Касым); 2 — Кютюнгинский грабен Сибирской платформы; 3 — Уэль-Сиктяхская подзона Центрально-Верхоянской структурно-фациальной зоны (СФЗ); 4 — Орулганская подзона Центрально-Верхоянской СФЗ; 5 — Северное Верхоянье, верховья и низовья р. Яна; 6 — о. Котельный.



(рис. 3) [Межвилк, 1958; Богуш и др., 1965; Булгакова, 1967; Стратиграфический словарь..., 1975; Государственная..., 1979, 2014; Клец, 2005; Кутыгин, 2009; Решения..., 2009; Языков и др., 2013; Языков, Соболев, 2013; Yazikov et al., 2015; Izokh, Yazikov, 2017]. Ранее [Межвилк, 1958; Каширцев и др., 1966; Абрамов, Григорьева, 1986] предполагали, что согласно располагающаяся под бастахским стратоном эбеляхская (= эбелээхская, = эбелэхская) свита является базальным стратоном карбона Хараулаха. До сих пор высказываются предположения, что эбеляхская свита, в настоящее время официально [Государственная..., 2014] в полном объеме коррелируемая с верхами девона, может верхней своей частью относиться к самым низам турнейского яруса нижнего карбона [Izokh, Yazikov, 2017]. Общая суммарная мощность перечисленных стратонов каменноугольных отложений Северного Хараулаха составляет 2.0—2.5 км.

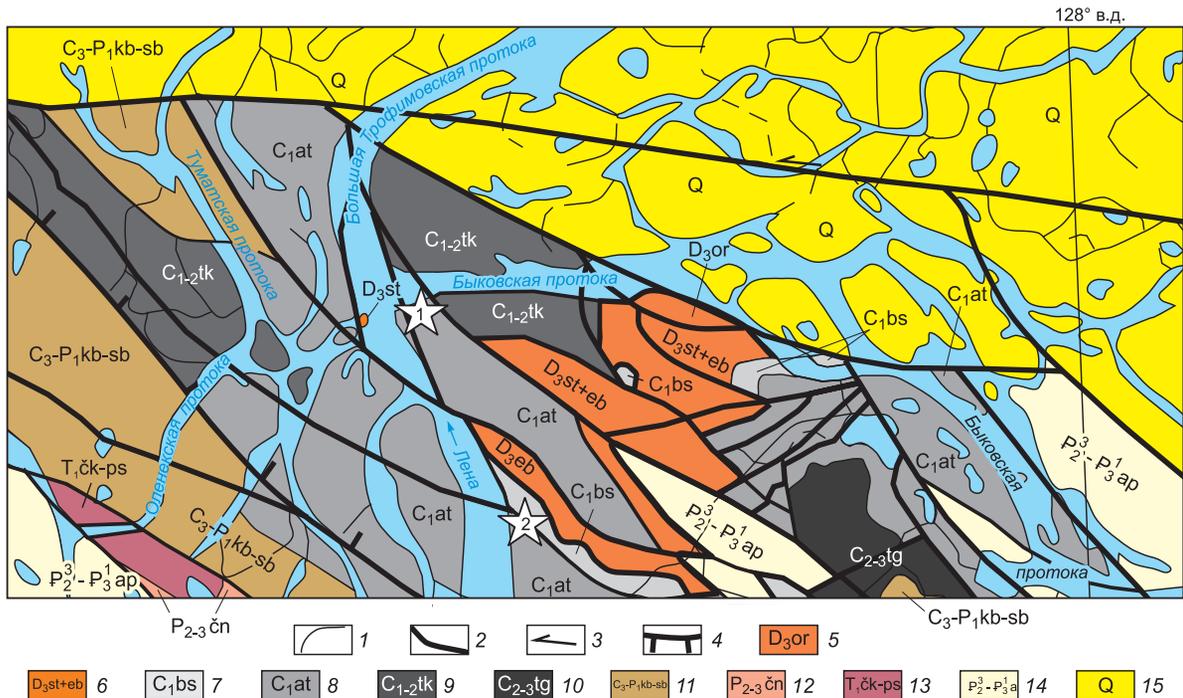


Рис. 2. Геологическая схема Северного Хараулаха в низовьях р. Лена (по [Государственная..., 2014] с упрощениями).

Звездочками показаны районы работ (см. на рис. 1). 1 — стратиграфические границы; 2—4 — разрывные нарушения (в том числе 3 — сдвиги, 4 — надвиги); 5—13 — свиты: 5 — ортохайнская, 6 — столбовая + эбеляхская, 7 — бастахская, 8 — атырдахская, 9 — тиксинская, 10 — тугасирская, 11 — кубалахская, туаросинская, сахайнская, соубольская объединенные, 12 — чинкская свита, 13 — чекановская, ыстаннахская и пастахская, 14 — апанасовская толща, 15 — четвертичные образования.

Авторы настоящей статьи провели полевые исследования в 2017 и 2018 гг. на каменноугольных разрезах низовьев р. Лена. Особое внимание они уделили изучению разрезов крестяхских конгломератов и разрезов атырдахской свиты в ее типовых выходах. Наиболее детально были изучены два района (см. рис. 1, 2): 1) в начале Быковской протоки на м. Крестях (м. Крест-Тумса) вблизи полярной станции Сокол и 2) на правом берегу р. Лена, в районе устьев ручьев Таба-Бастах-Юрэгэ и Касым. В первом районе были составлены детальные послойные разрезы (рис. 4—8) и собрана фауна как автохтонная из

Свита	Подсвита	Мощность, м	Литология	Фаунистические комплексы, по [Лапина, 1962; Богуш и др., 1965; Кокшарская, 1965; Андрианов, 1985; Абрамов, Григорьева, 1986; Клец, 2005; Кутыгин, 2009; Язиков, Соболев, 2013; Yazikov et al., 2015; Izokh, Yazikov, 2017]	
Тиксинская	Neoglyphioceras septentrionale (a)	1000–1200	Темно-серые, черные, мелкозернистые песчаники, алевролиты, аргиллиты, местами слабо-известковистые	Фораминиферы, табуляты, брахиоподы <i>Orulgania verhotomica</i> (Sok.), <i>Or. cf. gumbians</i> Kotljar, <i>Linoproductus cora</i> (Orb.), <i>Andreaspira planocostata</i> Abr. et Grig., <i>Andreaspira cf. soanensis</i> Abr. et Grig., <i>Syringothyris cf. mutabile</i> Abr. et Grig., <i>Crurithyris planoconvexa orientalis</i> Abr. et Grig., <i>Eomartiniopsis sokolskiensis</i> Abr. et Grig., <i>Schizophoria cf. resupinata</i> (Martin), <i>Inflatia cf. sibirica</i> Sar., <i>Toryniferas aff. asiaticus</i> Besn., <i>Toryniferas cf. evagoratus</i> Besn., <i>Buxtonia scabriculoides</i> (Paeck.), <i>Rhytidomella cf. kharaulakhensis</i> Laz., криноидеи, пелециподы, гастроподы, аммоноидеи <i>Goniatites americanus</i> Gordon, <i>Neoglyphioceras septentrionale</i> Andrianov, <i>Neog. abramovi</i> Popow, наутилиды <i>Subvestinautilus</i> sp.	
	Neoglyphioceras abramovi (a)				
	Goniatites americanus (a)				
Атырдахская	Archaediscus krestovnikovi (f)	>100–270	Светло-серые, серые и темно-серые, черные, табачно-серые гравелиты, песчаники, алевролиты, аргиллиты, известняки, кремни, линзы продуктов суспензионных и подводно-оползневых потоков псефитовой и псаммитовой размерности	Табуляты <i>Pseudoroemeripora lenaica</i> Koksh., <i>Ps. pulchra</i> Dub., ругозы <i>Lithostrotron portlocki</i> Edw., <i>Lithostrotron cf. acolumelata</i> Dobrol., <i>Paleostilia murchisoni</i> Edw. et Haime и др., брахиоподы <i>Camarotoechia pleurodon</i> (Phill.), <i>Plicafera plicatilis</i> (Sow.), <i>Avonia coctata</i> (Sok.), <i>Brachithyris subcardiiformis</i> Hall, <i>Br. krapivnensis</i> Besn., <i>Fluctaria</i> ex gr. <i>undata</i> (Defr.), <i>Leptogonia cf. analoga</i> (Phillips), <i>Torynifer cf. pseudolineatus</i> (Hall), <i>Scutepustula</i> aff. <i>scutelata</i> (Balash.), <i>Neospirifer cf. kovalevi</i> Abr. et Grig., <i>Neospirifer ? cf. sinuatoplicatus</i> Mir., <i>Crassispirifer cf. rhomboidalis</i> Abr. et Grig., <i>Buxtonia cf. rimmae</i> Abr. et Grig., <i>Syringothyris cf. mutabile</i> Abr. et Grig., « <i>Lingula</i> » cf. <i>squamiformis</i> Phill., « <i>Lingula</i> » cf. <i>mytilloides</i> Sow., <i>Orbiculoidea</i> sp., аммоноидеи <i>Goniatites americanus</i> Gordon, фораминиферы <i>Erlandia minor</i> (Raus.), <i>Endothyra prisca</i> Raus. et Reitl., <i>End. similis</i> Raus. et Reitl., <i>End. parapriscia</i> Schlyk., <i>End. frequentata</i> Gan., <i>End. inflata</i> Lip., <i>Endothyra</i> ex gr. <i>omphalota</i> Raus. et Reitl., <i>Archaediscus krestovnikovi</i> Raus., <i>Brunsia pilchra</i> Mikh., <i>B. irregularis</i> (Moell.), <i>Planoarchaediscus spirillinoidea</i> (Raus.), <i>Globoendothyra pseudoglobus</i> Reitl., <i>Endostaffella asymmetrica</i> Ros., <i>Tetrataxis paraminima</i> Viss., конодонты <i>Lenathodus bakharevi</i> Izokh, <i>Lenathodus</i> sp., мшанки	
Бастахская	Верхняя	Interval zones Gnathodus typicus– Siphonodella isosticha– Gnathodus pseudosemiglaber– Scaliognathus ancholaris (c)	140	Серые, темно-серые, желтовато-бурые песчаники, алевролиты, песчаные доломиты, известняки (детритовые, сугликовские, органогенно-обломочные), линзы и прослои кремней	Табуляты <i>Syringopora gracilis</i> Keys., <i>S. ramulosa</i> Goldf., <i>S. intermixta</i> Reed., <i>Syringopora cf. conferta</i> Keys., <i>Amplexus cf. coralloides</i> Sow. и др., одиночные ругозы, брахиоподы <i>Spirifer medius</i> Leb., <i>Spirifer cf. taigensis</i> Besn., <i>Spirifer cf. subgrandis</i> Rotai, <i>Praspira settedabanica</i> (Abr.), <i>Leptogonia cf. analoga</i> (Phillips), <i>Marginatia cf. deruptoides</i> (Hall), <i>Marginatia cf. subquadrata</i> Abr. et Grig., <i>Mucrospirifer aff. pseudoposterus</i> Besn., <i>Schuchertella</i> sp., трилобиты <i>Phillipsia truncata</i> (Phill.), остракоды, пелециподы, аммоноидеи, криноидеи <i>Cyclocyclus arenarius</i> var. <i>cingulata</i> Yelt. et Schevtsch и др., фораминиферы <i>Planoendothyra tschikmanica</i> (Malakh.), <i>Planoendothyra</i> aff. <i>transita</i> (Lip.), <i>Planoendothyra crassithcata</i> (Lip.), <i>Tournaella pigmea</i> Leb., <i>T. moelleri</i> Malakh., <i>Chernyshinella glomiformis</i> Lip., <i>Endothyra kosvensis</i> Lip. и др., спикулы губок, синезеленые и багряные водоросли, конодонты <i>Neopolygnathus communis communis</i> (Br. et M.), <i>N. communis yazikovi</i> Izokh, <i>Bispathodus aculeatus aculeatus</i> (Br. et M.), <i>Mestognathus praebeckmani</i> Sand. et al., <i>Pseudopolygnathus multistriatus</i> M. et Th., <i>Gnathodus</i> sp.
	Нижняя		50		
Эбелянская	Верхняя		200	Серые, желто-серые песчаники, песчаные доломиты, известняки	Табуляты <i>Syringopora distans</i> Fisch., <i>S. gracilis</i> Keys., <i>S. ramulosa</i> Goldf. и др., брахиоподы <i>Spirifer medius</i> Leb.

Рис. 3. Литология и фаунистические комплексы нижнекаменноугольных отложений Северного Хараулаха.

Система	Отдел	Ярус	Свита	Пачка	Мощность, м	Литология
Каменноугольная	Нижний	Визейский	Атырдахская	18	>2	Песчаники среднезернистые, массивные, известковистые, хорошей окатанности и плохой сортированности, светло-серые
				17	0.10–0.15	Алевролиты глинистые (и ? высокоуглеродистые), черные
				16	1.2	Песчаники среднезернистые, массивные, известковистые, хорошей окатанности и плохой сортированности, светло-серые
				15	0.15	Алевролиты глинистые (и ? высокоуглеродистые), черные
				14	1.5	Песчаники среднезернистые, массивные, известковистые, хорошей окатанности и плохой сортированности, светло-серые. В нижней части пачки до крупнозернистых, средней окатанности
				13	0.40–0.50	Алевролиты слабоизвестковистые (и ? высокоуглеродистые), микроволнисто-слоистые, черные
				12	2.0–2.5	Известняки гравийно-песчаные, местами кристаллические, массивные, серые, светло-серые. От подошвы к кровле размерность обломков изменяется от гравийной до песчаной размерности. В отдельных зернах наблюдаются пирит и ? кварц Встречены криноидеи
				11	0.10–0.13	Алевролиты слабоизвестковистые, черные (? высокоуглеродистые)
				10	0.15–0.50	Алевролиты крупнозернистые, известковистые, с многочисленными зернами пирита, серые, стально-серые. По простиранию на расстоянии 10 м переходят в мелкозернистые песчаники. Мощность от 15 см (алевролиты) до 50 см (песчаники)
				9	0.30–0.75	Гравелиты плохо сортированные. Гравий от мелкого до среднего. В гравии встречаются известняки и обломки криноидей. В матриксе обнаружены табуляты
				8	0.35–0.40	Алевролиты с известковым цементом, крупнозернистые, массивные, полосчатые, серые, темно-стально-серые
				7	0.50–0.60	Алевролиты темно-серые, с субпараллельной микрополосчатостью, местами косослоистые с «карманами» в нижележащей пачке глубиной 10 см
				6	0.55–0.60	Песчаники мелкозернистые, с известковым цементом, серые и алевролиты крупнозернистые, массивные, местами полосчатые
				5	0.05–0.10	Гравелиты с известковым цементом (? высокоуглеродистые). Встречаются закругленные 3–7 см обломки известковистых песчаников. У нижней границы пачки имеются карманы глубиной до 10 см в нижележащей пачке. Мощность от 5–10 см с карманами до 15 см
4	0.60–0.70	Песчаники существенно-кварцевые, известковистые, мелко- и среднезернистые, массивные, серые, стально-серые				
3	0.30	Гравелиты с известковым цементом, с неровной нижней границей, серые и светло-серые. В обломках карбонаты, кварц. Гравий от мелкого до крупного, слабоокатанный, слабосортированный, на нижней границе пачки наблюдаются карманы глубиной 5–10 см, эродированные в породах второй пачки. Встречаются 2–3 см обломки слоев мелкозернистых песчаников. Верхняя граница постепенная, но достаточно резкая				
2	0.03–0.35	Алевролиты известковистые (и ? высокоуглеродистые), слабокомковатые, нижняя и верхняя границы неровноволнистые, черные. Местами встречаются линзы (? обломки) закругленно-угловатых форм полимиктовых, мелкозернистых песчаников				
1	1.1	Песчаники полимиктовые, мелко-среднезернистые, массивные, плохо сортированные, средней окатанности, темно-серые				

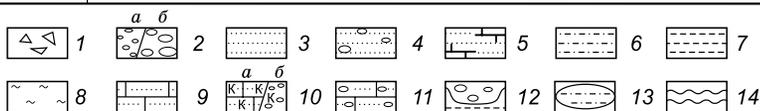


Рис. 4. Литологическая колонка базальной части разреза крестяхских конгломератов (С-1870 — начало Быковской протоки) (здесь и далее координаты начала разреза — 72° 24' 15" с.ш., 126° 47' 35" в.д.).

1 — брекчии; 2 — гравелиты (а), конгломераты (б); 3 — песчаники; 4 — песчаники с «плавающими» гальками; 5 — песчаники известковистые; 6 — алевролиты; 7 — аргиллиты; 8 — кремни; 9 — известняки песчаные; 10 — калькарениты (а) / кальцирудиты (б); 11 — известняки гравийно-песчаные, 12 — эрозия кровли нижележащих пачек в виде «карманов»; 13 — линзы; 14 — мощность пачки вне масштаба.

Система	Отдел	Ярус	Свита	Пачка	Мощность, м	Литология
Каменноугольная	Нижний	Визейский	Атырдахская	28	0.8	Песчаники мелкозернистые, известковистые, массивные, хорошо сортированные, среднеокатанные, с зернами пирита, тонкополосчатые (1–2 мм), серые. Наблюдается 10 см плитчатость
				27	0.35	Алевролиты известковистые (и ? высокоуглеродистые), черные
				26	0.8	В низах пачки конгломераты мелкогалечные (мощность 3–5 см), постепенно вверх по пачке переходят в гравелиты (мощность 15–20 см), которые переходят к верхам пачки в песчаники. В гальках серые известняки. В конгломератовой части галька занимает более 50 %, а в гравелитах обломки занимают 30 % и более. Все породы известковистые. Матрикс – песчаники мелко- и среднезернистые, хорошо сортированные, среднеокатанные
				25	0.03–0.05	Аргиллиты известковистые (и ? высокоуглеродистые) черные
				24	0.8–0.9	Грубообломочная пачка, в основании конгломераты с галькой 3–5 см. Галька занимает более 50 % объема. Галька окатанная, угловато-окатанная. Матрикс – песчаники средне-, мелкозернистые, цемент известковистый. Мощность нижней конгломератовой части 5–10 см, в гальках серые известняки. Средняя часть пачки – гравелиты. Гравий занимает 5 % объема породы. Гравий мелкий и среднеокатанный. Мощность гравелитовой части 30 см. Верхняя часть пачки – крупно-, среднезернистые песчаники
				23	0.04	Аргиллиты известковистые (и ? высокоуглеродистые), черные
				22	0.2	Песчаники мелко-, среднезернистые, известковистые, массивные, плохо сортированные, средней окатанности, серые
				21	0.05–0.07	Аргиллиты известковистые (и ? высокоуглеродистые), черные
				20	0.25	Песчаники мелко-, среднезернистые, известковистые, массивные, плохо сортированные, средней окатанности, серые
				19	0.4	Песчаники среднезернистые, известковистые, средней окатанности, массивные, тонкоплитчатые (1–2 мм), серые, темно-серые
				18	0.8–0.9	Песчаники мелкозернистые, известковистые, темно-серые, почти черные, с «плавающими» гравием и гальками, занимающие 3–10 % породы. Гравий средней окатанности, гальки хорошо окатаны, ориентировка отсутствует. В гальках известняки, в которых встречаются обломки криноидей, остракоды
				17	0.4	Песчаники мелкозернистые, известковистые, массивные, хорошо сортированные, светло-серые
				16	1.1	Алевролиты, известковистые (и ? высокоуглеродистые), массивные, черные. В основании пачки встречаются редкие гальки (3–4 см). Наблюдается субгоризонтальная слоистость и слабовыраженная плитчатость (2–5 мм)
				15	0.35–0.40	Песчаники мелко- и среднезернистые, известковистые, массивные, хорошо окатанные, плохо сортированные, темно-серые. Верхняя и нижняя границы пачки субгоризонтально-ровные
				14	0.20–0.25	Алевролиты крупнозернистые, известковистые, массивные, черные. На поперечных сколах видны субпараллельные косослоистые и подвернуто-слоистые микроструктуры
				13	0.5	Песчаники мелкозернистые, известковистые, хорошо сортированные, массивные, серые. В составе обломков кварц
				12	0.4	Аргиллиты известковистые (и ? высокоуглеродистые), неслоистые, рассланцованные, черные
				11	2.7	Песчаники мелкозернистые, с «плавающими» обломками – песчаные гравелитоконгломераты. Нижняя поверхность пачки слабо «карманообразная». Обломки занимают местами до 50 % объема породы, в среднем 20–25 %. Встречаются неориентированные обломки («обрывки») (5–10 см) слоев песчаников среднезернистых, серых. Наблюдается окатанная галька размером до 5 см, встречаются 15 см мощности слои закругленных («закрученных») до «закатышей» алевролитов глинистых (и ? высокоуглеродистых), полосчатых, черных
				10	0.35–0.4	Переслаивание (3–5–7 см) песчаников мелкозернистых, слабоизвестковистых и алевролитов известковистых (и ? высокоуглеродистых). Породы черного цвета
				9	2.5	Нижняя граница пачки неровная, волнистая, со следами эрозии нижележащей пачки. В основании пачки преимущественно гравелиты до конгломератов. Обломки занимают до 50 % объема породы, матрикс – крупнозернистые алевролиты, известковистые, серого цвета. Встречаются обломки («обрывки») (длина до 10–15 см) среднезернистых песчаников, расположенные субпараллельно или перпендикулярно слоистости. В гальках известняки, песчаники. 50 % обломков окатаны, 50 % не окатаны. В обломках найдены криноидеи, ругозы, двустворки, табуляты. В шлифах обнаружены фораминиферы. Вверх по разрезу количество обломков в матриксе уменьшается
8	0.8	Алевролиты крупнозернистые, массивные, известковистые, слабополосчатые 0.1–0.2 мм, черные. Встречаются кристаллы (? зерна) пирита				
7	1.7	Песчаники мелко- и среднезернистые, массивные, сильноизвестковистые, серые. Встречаются криноидеи				
6	0.25	Алевролиты известковистые (и ? высокоуглеродистые), массивные, черные. В верхней части пачки породы слабополосчатые				
5	1.3	Алевролиты мелкозернистые, изредка песчаные, массивные, известковистые, темно-серые				
4	0.2	Алевролиты известковистые (и ? высокоуглеродистые), массивные, тонкополосчатые (0.1–0.2 мм), черные				
3	0.8	Песчаники мелко-, среднезернистые, карбонатные (калькарениты/кальципсаммиты), слабой окатанности, средней сортированности, серые, темно-серые. В обломках известняки. На поперечном срезе видна 0.1–0.2 мм полосчатость и слабая плитчатость				
2	0.10–0.15	Алевролиты глинистые (и ? высокоуглеродистые), со слабоволнистой подошвой, неслоистые, черные				
1	1.7	Песчаники мелко-, среднезернистые, карбонатные (калькарениты/кальципсаммиты), слабой окатанности, средней сортированности, серые, темно-серые. В обломках известняки. В верхней части пачки 0.1–0.2 мм полосчатость				

Рис. 5. (Начало).

Система	Отдел	Ярус	Свита	Пачка	Мощность, м	Литология
Каменноугольная	Нижний	Визейский	Атырдахская	43	>3	Гравелиты мелкогравийные, темно-серые, серые. Гравий слабо окатан и занимает до 80 % объема породы. Матрикс – мелко-, среднезернистые песчаники. Порода, близкая к кальцирудиту
				42	0.9	Песчаники средне-, крупнозернистые, сильноизвестковистые, плохо сортированные, плохо окатанные, с мелким редким гравием, серые, стально-серые. В верхах пачки (5–10 см) алевролиты известковистые (и ? высокоуглеродистые), черного цвета
				41	0.4	Песчаники средне-, крупнозернистые, сильноизвестковистые, плохо сортированные, плохо окатанные, с мелким редким гравием, серые, стально-серые. В верхах пачки (5–7 см) алевролиты известковистые (и ? высокоуглеродистые), черного цвета
				40	0.45	Песчаники средне-, крупнозернистые, сильноизвестковистые, плохо сортированные, плохо окатанные, с мелким редким гравием, серые, стально-серые. В верхах пачки (15 см) алевролиты известковистые (и ? высокоуглеродистые), черного цвета. В них есть следы волнисто-косой слоистости
				39	0.8	Песчаники средне-, крупнозернистые, сильноизвестковистые, плохо сортированные, плохо окатанные, с мелким редким гравием, серые, стально-серые. В верхах пачки алевролиты известковистые (и ? высокоуглеродистые), черного цвета. В них наблюдается волнисто-косая слоистость
				38	0.6	Песчаники средне-, крупнозернистые, сильноизвестковистые, плохо сортированные, плохо окатанные, с мелким редким гравием, с обломками фауны, серые, стально-серые. В верхах пачки имеются линзы алевролитов известковистых (и ? высокоуглеродистых), черного цвета. В верхней части пачки наблюдается волнисто-косая слоистость
				37	1.6	Известняки обломочные (калькарены/кальципсаммиты), слабобаскристаллизованные, темно-серого цвета. Они занимают нижние 50 см пачки и постепенно переходят в крупнозернистые слабоокатанные песчаники с карбонатным цементом и зернами карбонатов. Цвет пород – светло-серый. В верхней части пачки наблюдаются линзовидные прослои черных (? высокоуглеродистых) алевролитов мощностью 1-5 см
				36	1.6	В основании залегают конгломератогравелиты, переходящие в песчаники. Матрикс – песчаники среднезернистые. Гравий в гравелитах занимает до 50 % объема породы. Гальки более редкие, окатанные, плохо сортированные. Мощность конгломератогравелитовой части пачки – 10 см. Далее породы относятся к песчаникам среднезернистым. В верхних 10–15 см пачки в песчаниках появляется плитчатость (3–5 см). Все породы темно-серые до черных. В самых верхах пачки наблюдаются аргиллиты известковистые (и ? высокоуглеродистые)
				35	3.5	Песчаники мелко- и среднезернистые, средней и хорошей окатанности, светло-серые, которые на расстоянии 20–30 см от подошвы переходят в гравелиты с «плавающей» галькой до 5 см, хорошо окатанной. Гравий окатанный и слабоокатанный, средней и крупный по размеру, занимает до 50 % объема породы. На расстоянии 1 м от подошвы пачки порода переходит в песчаники с редким «плавающим» гравием. Граница между нижними песчаниками и гравелитами относительно резкая, субгоризонтальная. В кровле пачки наблюдается 5–10 см слой известковистых (? и высокоуглеродистых) не выдержанных по простиранию аргиллитов, черного цвета
				34	1.5	Известняки обломочные или карбонатные гравелиты (? кальцирудиты/кальципсефиты), гравийно-песчаной размерности, темно-серые. На расстоянии 30 см от подошвы пачки гравелиты постепенно переходят в темно-серые, среднезернистые и стратиграфически выше – в мелкозернистые, известковистые песчаники, среднесортированные, среднеокатанные. В основании пачки обломки гравия плохо окатанные, угловатые. Гравий занимает до 50–60 % объема породы. На расстоянии 5 м по простиранию в нем встречается «плавающая» галька, которая местами может превращаться в мелкогалечные, светло-серые конгломераты. Галька при этом занимает до 80 % объема пород. Галька плохо сортированная, плохо окатанная. Встречаются «микрообрывки» слоев известняковых песчаников длиной 3 см и толщиной 0.2–0.3 см. Верхние 15 см пачки – алевролиты известняковые, тонкослоистые, черные
				33	1.5	На относительно ровной поверхности залегают гравелиты с эродированными в нижележащую пачку «карманами» глубиной 30–35 см. Матрикс – песчаники средне- и крупнозернистые, карбонатные (калькарены/кальципсаммиты), плохо сортированные, средней и хорошей окатанности, серые, темно-серые, с обломками фауны. В верхней части пачки гравий исчезает, а обломки фауны встречаются чаще – криноиды, ругозы, табуляты. Верхние 20–25 см пачки – аргиллиты известковистые (и ? высокоуглеродистые), черные
				32	2.1	Нижняя часть пачки (50 см) гравелитовая. Гравий занимает до 70 % объема породы. Матрикс – песчаники мелко- и среднезернистые, известковистые, плохо сортированные и плохо окатанные, серого цвета. Средняя и верхняя часть – песчаники серые, с линзами известковистых (? высокоуглеродистых), черных аргиллитов. В матриксе найдены колонии табулят. На расстоянии 5–7 м по простиранию верхняя часть пачки (30–40 см) превращается в крупнозернистые, плитчатые (3–5 см) алевролиты темно-серого цвета
				31	0.05	Аргиллиты глинистые (и ? высокоуглеродистые), листовато-рассланцованные, черные
				30	3.6	На относительно ровной поверхности с эродированными «карманами» в нижележащей пачке глубиной 60–70 см залегают грубообломочные породы с матриксом песчаников мелко- и среднезернистых, известковистых, плохо сортированных и плохо окатанных, серого цвета. Нижние 1.5 м пачки – брекчиевидные конгломераты и гравелиты. Галька занимает до 50 % объема породы. Галька хорошо окатанная, размером 5–7 см, встречаются угловатые обломки. Встречаются линзы песчаников мелко-, среднезернистых, тонкослоистых, длиной 5–7 см и мощностью 1–2 см. Постепенно галька и гравий исчезают и на расстоянии 2 м от подошвы пачки порода превращается в песчаники известковистые, светло-серые. В самых верхах пачки песчаники массивные, редко тонкополосчатые (1–2 мм)
29	13	Песчаники средне-, крупнозернистые, известковистые, массивные, серые, плохо сортированные, плохо окатанные, светло-серые. В средней части пачки встречаются прослои (2–3 см) и линзы длиной до 1 м известковистых (и ? высокоуглеродистых) аргиллитов черного цвета, а также линзы (мощностью 0.5–1.5 м) хорошо окатанных гравелитов. Венчают пачку линзовидные (мощность 10 см), известковистые (и ? высокоуглеродистые), тонкополосчатые черные аргиллиты				

Рис. 5. Литологическая колонка нижней части разреза крестяхских конгломератов (С-1871 — начало Быковской протоки), 72° 24' 15" с.ш., 126° 47' 00" в.д.).

Усл. обозн. см. на рис. 4.

Система	Отдел	Ярус	Свита	Пачка	Мощность, м	Литология
Каменноугольная	Нижний	Визейский	Атырдахская	13	0.50	Нижние 5 см пачки – известняки обломочные, крупной песчаной размерности (калькарениты/кальципсаммиты), далее известняки песчанистые, среднезернистые, в кровле пачки песчаники мелкозернистые, известковистые
				12	0.65	Нижние 5–7 см пачки – известняки обломочные, крупной песчаной размерности (калькарениты/кальципсаммиты), далее известняки песчанистые, среднезернистые, в кровле пачки песчаники мелкозернистые, известковистые. Внутри пачки встречаются 1.0–1.5 см прослои аргиллитов известковистых, темно-серых
				11	0.35	Гравелиты с обломками фауны, постепенно переходят в песчаники мелко- и среднезернистые, средней сортированности и средней окатанности. Гравелиты с песчаным матриксом мелкой гравийной размерности, обломки фауны – брахиопод, криноидей, ругоз. В верхней части пачки песчаники мелкозернистые, тонкоплитчатые (0.5–1.0 см), хорошо сортированные, среднеокатанные, темно-серые
				10	1.20	На волнисто-слоистой поверхности залегают кремнистые аргиллиты (кремни), от светло-серого до почти черного цвета. Слоистость по цвету пород 1–2 см, реже 3–5 см. В середине пачки наблюдается волнистая поверхность сползания (или подводного размыва слоев)
				9	1.30–1.45	В основании пачки на слабоволнистой поверхности залегают известняки крупнозернистые (калькарениты/кальципсаммиты), песчаной размерности, с «плавающим» гравием, плохо сортированные, плохо- и среднеокатанные, массивные, обломочные, темно-серые. В верхней части пачки более светло-серые, песчанистые известняки с обломками фауны, средне- и крупнопесчаной размерности, среднесортированные и среднеокатанные
				8	1.20	На волнистой поверхности с «промоинами» в нижележащей пачке глубиной 2–3 см залегают песчаники мелко- и среднезернистые, известковистые, светло-серые. В 10 см от подошвы пачки присутствуют известняки крупнообломочные (калькарениты), крупнопесчаной и мелкогравийной размерности, массивные. Встречаются гальки 1.0–1.5 см. В 5 м ниже по течению р. Лена породы по простиранию переходят в однородные песчаники мелко- и среднезернистые, массивные средней окатанности, средней сортированности, серые, стально-серые
				7	2.10	Известняки песчанистые (крупнозернистые) (калькарениты/кальципсаммиты), слабоаскристаллизованные, серые и темно-серые, с обломками фауны. Зерна плохо окатанные, средней сортированности, на расстоянии 50 см переходят в песчаники мелко- и среднезернистые, слабоизвестковистые, плохо сортированные, среднеокатанные, массивные
				6	1.30	На волнисто-слоистой поверхности с эродированными породами нижележащей пачки в виде «карманов» глубиной до 20 см залегают либо песчаники, либо конгломератогравелиты. Гальки в конгломератах размером до 3–5 см. Гальки и гравий хорошо окатаны, плохо сортированы. Гравий в гравелитах занимает до 50 % объема породы. В породах наблюдаются «обрывки» слоев песчаников известковистых, длиной 5 см, которые ориентированы как поперек, так и вдоль слоя. Мощность конгломератогравелитовой части 60–70 см. Местами гальки и гравий занимают до 80 % объема породы. В обломках: ругозы, табуляты, криноидеи. Встречаются обломки сливных черных кремней. Верхняя часть пачки – песчаники мелкозернистые, известковистые, хорошо сортированные, хорошо окатанные. В пачке встречены кораллы, наблюдалось нарастание колонии на гальке
				5	1.35	В основании пачки известняки обломочные (кальцирудиты/кальципсефиты), мелкогравийной размерности, массивные, средней окатанности, светло-серые. В обломках встречается криноидеи, ругозы, табуляты, мшанки. Гальки имеют размер 2–3 см, редко до 5 см. Мощность гравийной части пачки 25–30 см. В гальках отмечаются черные кремни. В средней части пачки песчаники мелко- и среднезернистые, известковистые, хорошей и средней окатанности, серые, светло-серые. Венчают пачку (10–15 см) алевролиты известковистые, темно-серые, почти черные
				4	1.80	Известняки обломочные (калькарениты/кальципсаммиты), крупной песчаной размерности, массивные, серые. Встречаются разрозненные остатки фауны – криноидей, брахиопод. Самая нижняя (1–2 см) часть пачки представлена карбонатным гравелитом, средней окатанности, средней размерности, средней сортированности. Известняки на расстоянии 1 м от подошвы постепенно переходят в мелкозернистые, известковистые песчаники средней сортированности и средней окатанности, серого цвета. Пачка венчается тонкополосчатыми (1–2 мм) песчаниками мощностью 5 см
				3	0.90	Нижняя поверхность пачки имеет эродированные в нижележащей пачке «карманы» глубиной до 3–5 см. Известняки обломочные (кальцирудиты/кальципсефиты), до гравелитовой размерности. Цвет пород серый. Обломки средней окатанности и средней сортированности. Гравий мелкий, встречаются остатки брахиопод и табулят. Нижние 10 см пачки – гравелитовая часть, выше постепенно переходит в песчанистую. В верхней части пачки видна волнистая слоистость. Песчаники мелкозернистые, известковистые, хорошо сортированные, среднеокатанные, серые
2	3.30	Известняки органогенно-обломочные (калькарениты/кальципсаммиты), местами раскристаллизованные, серые, темно-серые. В обломках наблюдаются криноидеи, табуляты и другая фауна. В нижней части пачки (25–30 см) фиксируются крупные обломки до 0.5–1.0 см. Стратиграфически выше породы постепенно переходят в известковистые песчаники (= песчанистые известняки), мелко- и среднезернистые, массивные, средней сортированности, средней окатанности. В верхней части пачки (30–50 см) встречаются линзы слабоизвестковистых, тонкополосчатых (1–3 мм) алевролитов черного цвета				
1	0.70	Песчаники мелко- и среднезернистые, известковистые, массивные, хорошо сортированные, хорошо окатанные, переходящие по простиранию в песчанистые известняки, местами перекристаллизованные, серые, светло-серые, с редкими обломками криноидей и табулят				

Рис. 6. (Начало).

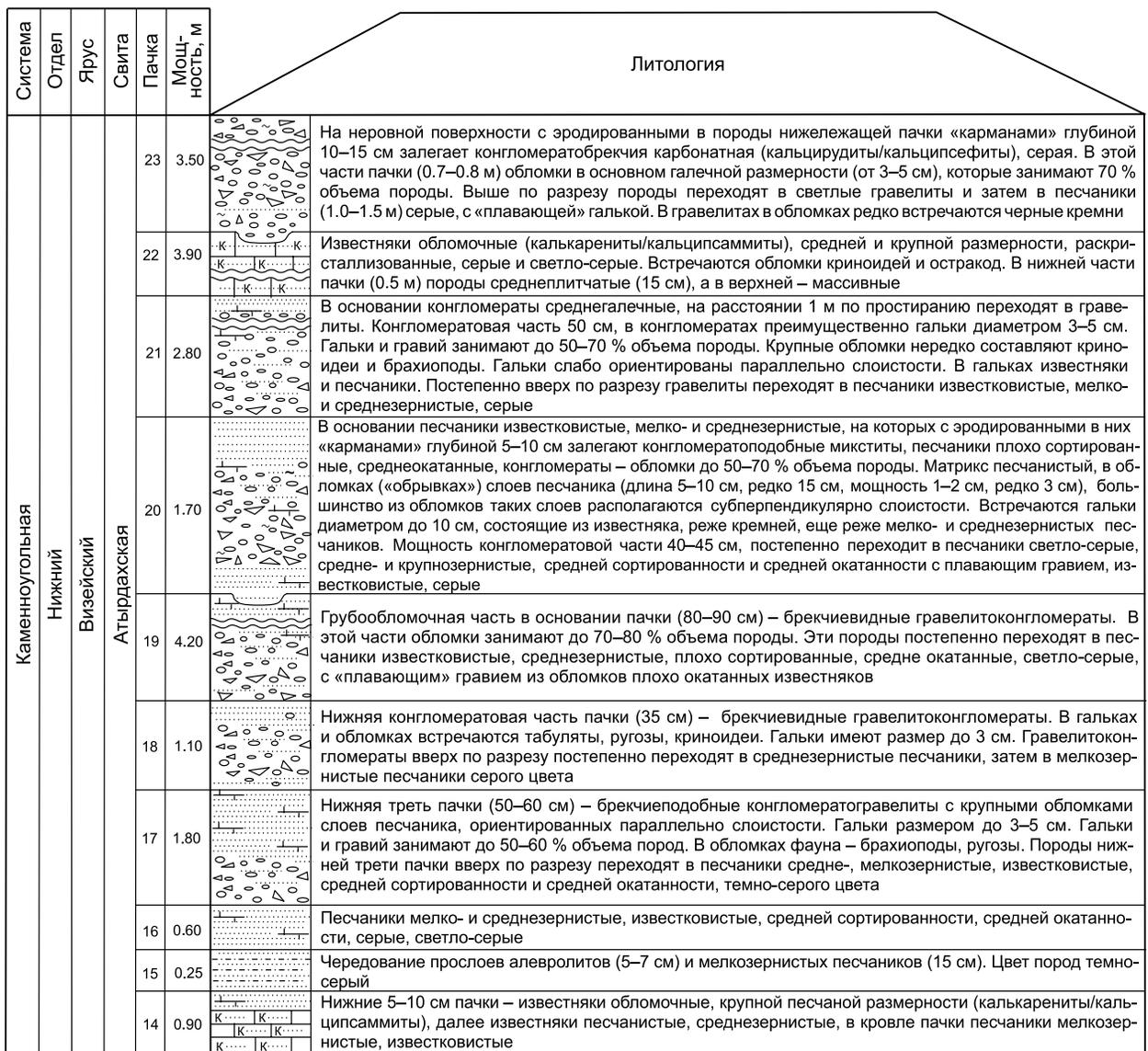


Рис. 6. Литологическая колонка средней части разреза крестяхских конгломератов (С-1872 — начало Быковской протоки), 72° 24' 10" с.ш., 126° 46' 45" в.д.).

Усл. обозн. см. на рис. 4.

матрикса (цемента) конгломератов и гравелитов, так и переотложенная аллохтонная из крупных валунов и галек. Образцы из каждого валуна и каждой гальки маркировались как индивидуальные палеонтологические точки. Соответственно, в лабораторных исследованиях по таким индивидуальным точкам проводилась химическая препарировка для получения микрофоссилий (остракод и конодонтов). Было собрано много палеонтологических объектов, относящихся к кораллам.

Во втором районе при его изучении были собраны для сравнительного анализа кораллы из известняков бастахской свиты, а также предпринимались попытки найти в разрезах атырдахской свиты специфические структуры и литологические индикаторы обстановок осадконакопления, сходные с таковыми в крестяхских конгломератах в разрезах района у станции Сокол — кремни, грубообломочные прослои и др. Ранее, на возможность присутствия таких феноменов указывали некоторые исследователи [Межвилк, 1956, 1958; Богущ и др., 1965; Булгакова, 1967; Государственная..., 1979, 2014].

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ КРЕСТЯХСКИХ КОНГЛОМЕРАТОВ

Одной из наиболее дискуссионных проблем в позднепалеозойской истории развития седиментационных бассейнов низовьев р. Лена до настоящего времени остается проблема генезиса крестяхских

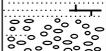
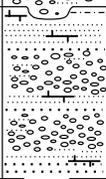
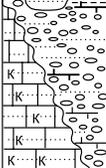
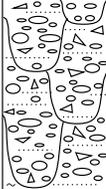
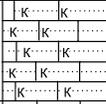
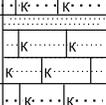
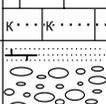
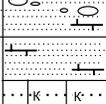
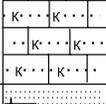
Система	Отдел	Ярус	Свита	Пачка	Мощность, м	Литология
Каменноугольная	Нижний	Визейский	Атырдахская	15	6.70	 <p>Нижняя граница пачки с эродированными в породах нижележащей пачки «карманами» глубиной до 0.5 м. В основании пачки конгломераты брекчиевидные (кальцирудиты/кальципсефиты), с гальками, слабоориентированными параллельно слоистости. Гальки занимают 70–80 % объема породы. Размер галек от 1 до 10 см, валунов до 15 см. В гальках и валунах преимущественно известняки черного, серого и белого цвета. Фиксируются редкие обломки («обрывки») песчаников среднезернистых, тонкослоистых (длина до 5–7 см, мощность до 1.5 см). Мощность нижней грубообломочной части до 60 см. По простиранию на расстоянии 20 м вверх по течению р. Лена в этих конгломератах были собраны остракоды, табуляты. В этой части конгломератов прослой выклинивается полностью, достаточно быстро переходя в гравийную, а затем в песчаную фракции. Мощность конгломератовой части 60–80 см (до выклинивания), гравийной части пачки 25–30 см, песчаной части более 5 м. На расстоянии 4 м от подошвы имеется линза (длина 5 м, мощность 30 см) конгломератов известняковых, в которых гальки занимают до 50 % объема породы</p>
				14	1.90	 <p>Песчаники крупнозернистые, известковистые, массивные, плохо окатанные, плохо сортированные, до гравелитов, желтовато-серые. В обломках встречаются карбонаты, кварц</p>
				13	1.20	 <p>Гравелиты мелко- и среднегравийной размерности, плохо окатанные и слабосортированные, желтовато-серые. Гравелиты по простиранию замещаются песчаниками мелко- и среднезернистыми, сильноизвестковистыми, плохо окатанными, слабосортированными, желтовато-серыми</p>
				12	2.65	 <p>Ритмично построенная пачка: а) песчаники крупнозернистые, переходящие в мелко-, среднезернистые песчаники; б) гравелиты, переходящие в песчаники крупнозернистые и затем в мелко-, среднезернистые песчаники. Гравелиты плохо сортированные. Во втором и третьем ритмах имеются слабоориентированные по слоистости обломки («обрывки») слоев песчаников (длина до 3 см, мощность 1 см). Все песчаники известковистые. Мощность нижнего ритма 60 см, среднего ритма 85 см, верхнего ритма 1.2 м. Венчается пачка алевролитами известковистыми, черного цвета. Верхняя поверхность пачки имеет следы размыва, нижняя – эродированные в породе нижележащей пачки «карманы» глубиной 10–15 см</p>
				11	2.90	 <p>Известняки обломочные (калькаренины/кальципсаммиты), песчаной размерности, слабобраскристаллизованные, серые. По простиранию в 10 м вверх по течению р. Лена нижние 40 см – карбонатные среднегалечные конгломераты, галька занимает до 70 % объема породы. Вверх по разрезу эти 20–30 см конгломерата переходят в песчаники известковистые, мелко-, среднезернистые, плохо сортированные, средней окатанности, темно-серые. По простиранию далее в 10 м вверх по течению р. Лена 20 см конгломератовая часть пачки увеличивается до 80 см, а далее по простиранию через 10 м изменяется до 0.5 м. В известняках собраны табуляты. В кровле пачки имеется 5 см слой аргиллитов известковистых, темно-серых, а также наблюдаются следы подводной эрозии</p>
				10	4	 <p>Конгломераты крупногалечные, карбонатные, с галькой размером до 10 см, хорошо окатанные. В матрице гравелиты и песчаники. Гальки составляют не более 5 % объема породы. Встречаются неокатанные карбонатные обломки, мелкие гальки средней окатанности. Фиксируются несколько циклов активизации «галконополнения», отмечаются следы промоин, заполненные грубым материалом, глубиной до 40 см, шириной до нескольких метров. В крупных обломках брахиоподы, криноидеи. Редко встречаются неориентированные обломки («обрывки») слоев (длина до 10 см, мощность до 1 см) песчаников различной размерности</p>
				9	1.60	 <p>Известняки обломочные (калькаренины/кальципсаммиты и кальцирудиты/кальципсефиты), в нижней части до гравийной размерности, в верхней до песчаной, мелко-, среднезернистой, темно-серые</p>
				8	1.40	 <p>Известняки обломочные (калькаренины/кальципсаммиты и кальцирудиты/кальципсефиты), в нижней части до гравийной размерности, в верхней – до песчаной, мелко-, среднезернистой, темно-серые. Найдены кораллы</p>
				7	1.40	 <p>Известняки обломочные (калькаренины/кальципсаммиты и кальцирудиты/кальципсефиты), в нижней части до гравийной размерности, в верхней – до песчаной, мелко-, среднезернистой, темно-серые</p>
				6	0.80	 <p>Известняки обломочные (калькаренины/кальципсаммиты и кальцирудиты/кальципсефиты), в нижней части до гравийной размерности, в верхней – до песчаной, мелко-, среднезернистой, серые</p>
				5	1.10	 <p>Известняки обломочные (калькаренины/кальципсаммиты), песчаной размерности, массивные, темно-серые. В верхней части пачки породы переходят в песчаники мелкозернистые, средней сортированности, средней окатанности, серого цвета</p>
				4	1.30	 <p>Известняки обломочные (калькаренины/кальципсаммиты), песчаной размерности, массивные, слабобраскристаллизованные, серые, темно-серые</p>
				3	1	 <p>В низах пачки (15–20 см) песчаники среднезернистые, известковистые, массивные, средней сортированности, средней окатанности, серые. Стратиграфически выше на слабоволнистой поверхности залегают конгломератогравелиты с обломками галек и неориентированных обломков («обрывков») слоев (мощность 0.5 см и длина 5–7 см). Вверх по разрезу постепенно количество обломков уменьшается, вверху пачки песчаники, аналогичные низам пачки</p>
				2	0.45–0.50	 <p>Известняки органогенно-обломочные, среднезернистой размерности (калькаренины/кальципсаммиты), массивные, слабобраскристаллизованные, темно-серые. В обломках встречаются «обрывки» пластов (длина 5 см, мощность 1 см) песчаников крупнозернистых, расположенных субпараллельно слоистости. Найдены брахиоподы. Известняки среднезернисто-песчаной размерности имеют мощность 10 см. Далее вверх по разрезу обломки становятся более тонкими. Верхняя часть пачки – сильноизвестковистые песчаники, мелко- и среднезернистые. В верхней части наблюдается волнистая слоистость глубиной до 3 см, а также включения обломков черных известняков длиной до 5 см, шириной до 2 см</p>
				1	1	 <p>Песчаники мелко- и среднезернистые, известковистые, средней сортированности, средней окатанности, слабоплитчатые (до 10 см), серые, на выветренной поверхности табачно-светло-серые. Найдены табуляты. В шлифах обнаружены фораминиферы</p>

Рис. 7. (Начало).

Система	Отдел	Ярус	Свита	Пачка	Мощность, м	Литология	
Каменноугольная	Нижний	Визейский	Атырдахская	23	>10		В нижней части пачки гравелиты карбонатные (кальцирудиты/кальципсефиты), серые, далее вверх по разрезу песчаники мелко-, средне- и крупнозернистые
				22	4		Известняки обломочные (кальцирудиты/кальципсефиты), гравийной размерности, стальнo-серые. Они постепенно вверх по разрезу переходят в песчаники среднезернистые, плохо окатанные, плохо сортированные, стальнo-серые
				21	8		Песчаники среднезернистые, плохо окатанные, с «плавающим» гравием. Эти песчаники вверх по разрезу переходят в песчаники плохо сортированные, плохо окатанные, серые
				20	8		Гравелиты карбонатные (кальцирудиты/кальципсефиты), несортированные, плохо окатанные, серые, желто-серые. Они постепенно переходят в песчаники плохо сортированные, плохо окатанные, серые. На 5 м пачки встречаются плохо окатанные обломки-валуны известняков диаметром 20–25 см
				19	0.70–0.75		Песчаники полимиктовые, среднезернистые, хорошо сортированные, среднеокатанные, желто-серые
				18	2		Гравелиты карбонатные (кальцирудиты/кальципсефиты), несортированные, плохо окатанные, серые, желто-серые. Они постепенно переходят в песчаники плохо сортированные, плохо окатанные, серые
				17	3.50		Конгломераты мелкогалечные, гравийные (кальцирудиты/кальципсефиты). Гальки и гравий занимают до 70–80 % объема породы. Гальки слабо ориентированы по слоистости. Встречается много створок и обломков брахиопод, есть ругозы, криноидеи, табуляты. Часто наблюдаются обломки («обрывки») слоев песчаников тонкополосчатых (длина до 5–7 см, мощность около 1 см). В обломках известняки. Мощность этой грубообломочной части 1.7 м. Вверх по разрезу породы переходят в песчаники крупно-, средне-, мелкозернистые. В верхней части пачки песчаники мелко-, среднезернистые, известковистые, плохо сортированные, среднеокатанные, стальнo-серые
				16	2.30		В основании пачки гравелитоконгломератобрекция (кальцирудиты/кальципсефиты) серого цвета, в обломках в основном карбонаты. Обломки занимают до 50 % объема породы. Гальки редкие, «плавающие», слабослоистые, слабосортированные, диаметром 1–2 см, редко 3 см. Встречаются обломки криноидей, кораллов, мшанок, брахиопод. Мощность грубообломочной части пачки 50–60 см. Она относительно резко переходит в песчаники мелко-, среднезернистые, сначала средне-, затем плохо известковистые, неокатанные, плохо сортированные. В самых верхах пачки встречен 5 см прослой алевритов известковистых, черного цвета

Рис. 7. Литологическая колонка верхней части разреза крестяхских конгломератов (С-1876 — начало Быковской протоки), 72° 24' 10" с.ш., 126° 46' 40" в.д.).

Усл. обозн. см. на рис. 4.

конгломератов, названных по месту своего географического расположения на м. Крестях [Межвилк, 1958]. В этой проблеме генезиса крестяхских конгломератов одним из ключевых моментов является вопрос о «материнских источниках» их псефитопсаммитового карбонатного материала [Межвилк, 1958; Богущ и др., 1965; Булгакова, 1967, 1976; Булгакова и др., 1969]. Грубообломочная толща крестяхских конгломератов распространена в районе метеостанции Сокол в начале Быковской протоки дельты Лены, на ее правом берегу. Крестяхское стратиграфическое подразделение было впервые описано А.А. Межвилком [1956, 1958] как обособляющееся, имеющее локальное расположение местное геологическое тело — крестяхские конгломераты. Эти конгломераты позднее формально были переведены в ранг крестяхской свиты [Богущ и др., 1965; Лунгерсгаузен, Соломина, 1966]. Некоторые исследователи использовали термин «крестяхская свита» [Булгакова, 1976; Путеводитель..., 1980; Абрамов, Григорьева, 1986; Матухин, 1991; Клец, 2005; Кутыгин, 2009]. Однако другие специалисты [Каширцев и др., 1966; Бушмина, 1970; Государственная..., 1979, 2014] не признавали этот местный стратон валидным подразделением и относили крестяхские конгломераты к грубообломочной фации атырдахской свиты. При этом крестяхские конгломераты в своем стратиграфическом объеме соотносились с объемом (полным или частичным) атырдахской свиты в ее разрезе, расположенном в 15–16 км южнее выходов крестяхских конгломератов, на правом берегу р. Лена, в районе устьев ручьев Таба-Бастах-Юрэгэ и Касым [Богущ и др., 1965; Каширцев и др., 1966; Абрамов, Григорьева, 1986; Язиков, Соболев, 2013; Izokh, Yazikov, 2017].

Б.С. Абрамов и другие исследователи [Путеводитель..., 1980; Абрамов, Григорьева, 1986] предлагали пограничные слои крестяхских конгломератов верхов атырдахской свиты и низы тиксинской свиты в разрезах на м. Крестях в районе полярной станции Сокол (в правобережье Лены, южнее м. Крестях) рассматривать в качестве самостоятельной, обособленной от подстилающих и перекрывающих отложений, свиты — сокольской, сопоставляемой с верхней третью атырдахской свиты [Стратиграфический словарь..., 1991; Клец, 2005; Кутыгин, 2009]. Согласно Магаданского совещания [Решения..., 1978], крестяхская и сокольская свиты были рекомендованы к использованию при геологических работах. Это предложение не было учтено при проведении геологической съемки [Государственная..., 2014].



Рис. 8. Литологическая колонка составной терминальной части разреза крестяхских конгломератов (С-1878 внизу и С-1883 вверху — правый берег Лены до начала Быковской протоки), С-1878 — 72° 23' 15" с.ш., 126° 44' 05" в.д.; С-1883 — 72° 23' 05" с.ш., 126° 44' 25" в.д.).

Усл. обозн. см. на рис. 4.

ЛИТОФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗОВ НА МЫСЕ КРЕСТЯХ

Анализ пород крестяхских конгломератов показал, что в разрезах на м. Крестях присутствуют несколько литологических типов (рис. 9—12). Ранее, в крестяхской группе разрезов М.Д. Булгакова [1967] выделяла следующие основные типы пород: а) глыбовые брекчии, б) конгломераты и конгломератобрекчии, в) диамиктиты, г) песчаники, д) алевролиты, е) известняки, ж) кремнистые туфы.

Первый литологический тип пород — закономерное трехкомпонентное переслаивание выдержанных по мощности вдоль простирания: а) серых, среднеокатанных гравелитов (0.30—0.75 м), б) серых мелко-, среднезернистых песчаников (0.55—1.10 м), в) известковистых алевролитов (0.3—0.6 м). Это указывает на импульсное поступление обломочного материала за счет суспензионных потоков, при снижении скорости таких подводных потоков. Рассматриваемый литотип характерен для нижней части разреза С-1870.

Второй литотип — ритмичное двухкомпонентное переслаивание выдержанных по мощности вдоль простирания: а) черных (высокоуглеродистых?) глинистых алевролитов (0.10—0.15 м), б) светло-серых, среднезернистых, хорошо окатанных, известковистых песчаников (1.2—2.0 м). Темный цвет (возможно, и повышенная углеродистость) с отсутствием остатков фауны, в сочетании с наличием кристаллов пирита в алевролитах могут указывать на относительно большие глубины формирования пород второго литотипа, ниже глубины фотической зоны (более 250—300 м), возможно, в аноксидных придонных условиях. Песчаный материал приносился в эту часть палеобассейна «затухающими» турбидитоподобными потоками. Этот литотип наблюдается в верхней части разреза С-1870 и в нижней четверти разреза С-1871.

Третий литотип — выдержанные по мощности вдоль простирания песчаники (мощность пачек 0.6—3.0 м) средне-, крупнозернистые, сильноизвестковистые, волнисто-слоистые, серые, с линзами черных алевролитов. Он выделяется в верхней четверти разреза С-1871 и свидетельствует об условиях слабой циркуляции вод.

Четвертый литотип — незакономерное многокомпонентное чередование не выдержанных по мощности и по литологии вдоль простирания пачек: а) конгломератов, б) гравелитов, в) различных песчаников, г) алевролитов, д) аргиллитов. Все разности пород известковистые. Мощности пачек составляют в среднем 0.4—1.0 м. Редко встречаются «обрывками» слои песчаников из «взломанных» суспензионными подводными потоками слаболитифицированных подстилающих слоев. Среди псаммитовых пород наблюдаются подвернуто-слоистые структуры, «закатыши» и «закрутыши», что указывает на процессы подводного оползания на крутых склонах оврагов, вплоть до «перекатывания» нелитифицированных «обломков-обрывков» слоев, перемещающихся с бровок каналов-оврагов на их центральную углубленную часть. К рассматриваемому литотипу относятся породы второй четверти разреза С-1871.

Пятый литотип — относительно равномерное чередование: а) обломочных известняков (калькаренитов и кальцирудитов), б) известковистых песчаников, в) гравелитов, г) конгломератов и конгломератобрекчий. Наблюдаются «обломки-обрывки» слоев песчаников, образовавшиеся из «взломанных» суспензионными потоками слаболитифицированных нижележащих слоев, располагающихся в борту подводного канала-оврага. Средняя мощность пачек, не выдержанных по мощности и по литологии вдоль простирания, составляет 1.5—3.0 м. Специфической особенностью пятого литотипа является наличие глубокоэродированных «карманов» псефитовых пачек в кровле подстилающих пачек. Пятый литотип характерен для нижней и верхней частей разреза С-1872 и третьей четверти разреза С-1871.

Шестой литотип — кремнистые аргиллиты (до кремней) серого и черного цвета. Этот литотип представлен породами одной пачки (мощность 1.2 м) в средней части разреза С-1872 крестяхских конгломератов. В этом разрезе черные кремни присутствуют не только в 10-й пачке, но и в виде галек (уплощенных «обрывков» слоев?) в ниже- и вышележащих пачках этого разреза, что свидетельствует о более масштабном распространении шестого литотипа. Следует отметить, что практически весь разрез стратотипа атырдахской свиты сложен этим породным литотипом. Присутствие кремней исключает мелководный генезис пачки С-1872 разреза крестяхских конгломератов и всего стратотипа атырдахской свиты. Проведенная авторами настоящей статьи химическая обработка кремней для целей получения микрофоссилий не выявила органических остатков. Ранее [Булгакова, 1967] предполагалась вулканокластическая (гиалокластическая) природа формирования кремней крестяхского разреза. Другое возможное объяснение отсутствия широко распространенного в верхнем палеозое планктона — радиолярий (также и бентосных кремневых губок) в кремневых осадках морского палеобассейна — вероятное полное растворение их скелетов на глубинах, не превышающих 250—350 м. Кремневые скелеты шельфовых, относительно неглубоководных, палеосообществ радиолярий после их смерти при медленном опускании на дно палеобассейна подвержены интенсивному растворению в морской воде, верхние слои которой недонасыщены кремнеземом [Сенников и др., 2011].

Седьмой литотип — массивные среднезернистые песчаники с «плавающим» гравием, реже гальками. Мощность пачек относительно выдержанных по простиранию составляет 8—10 м. К рассматриваемому литотипу отнесены породы верхней части разреза С-1876 и нижней части разреза С-1878. По-

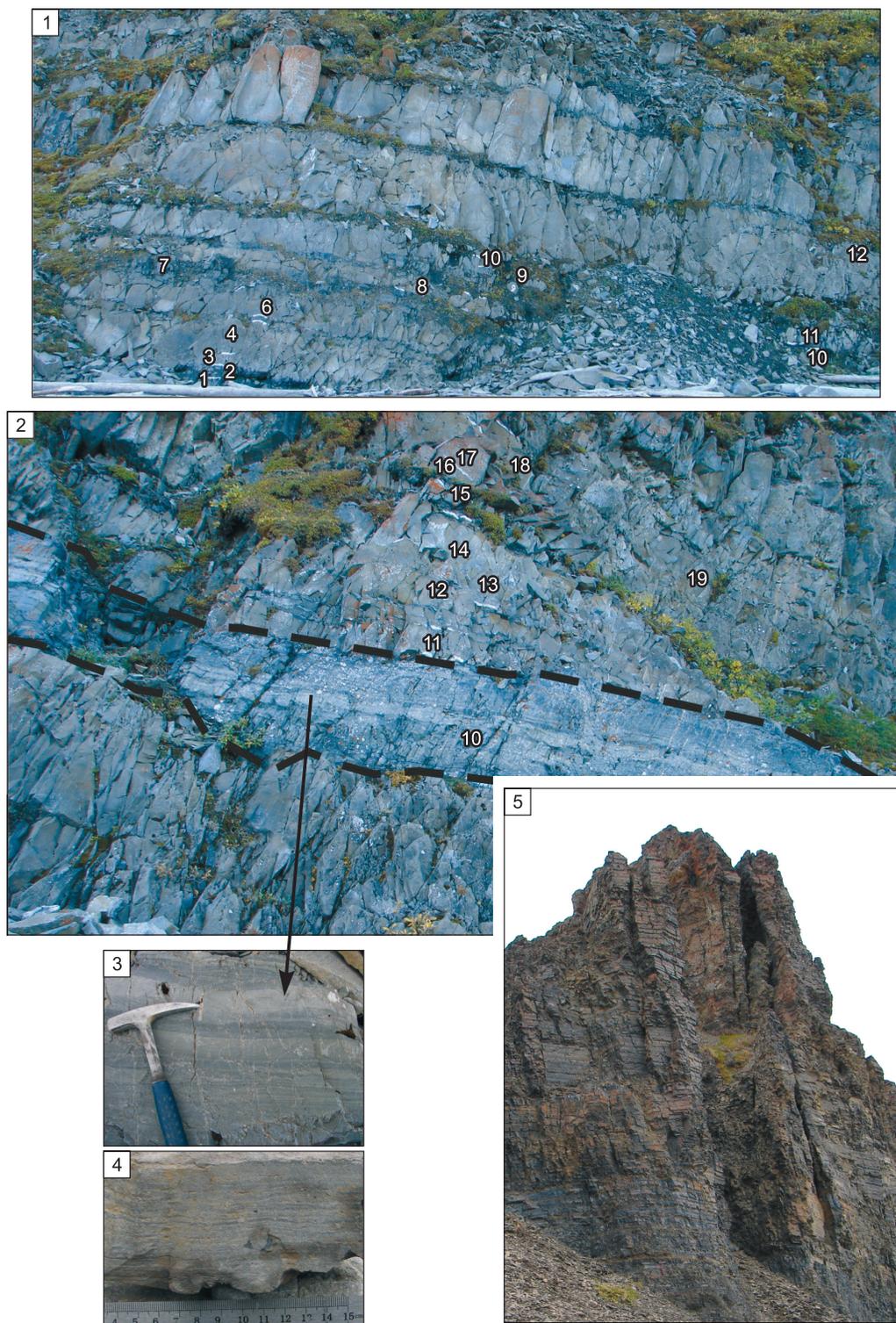


Рис. 9. Общий план строения разрезов крестяхских конгломератов в правобережье начала Быковской протоки р. Лена у станции Сокол.

Фиг. 1 — разрез С-1870; фиг. 2 — разрез С-1872; фиг. 3 — кремни в разрезе С-1872; фиг. 4 — кремнистые аргиллиты в стратотипе атырдахской свиты у устья руч. Таба-Бастах-Юргэг; фиг. 5 — общее строение нижней части стратотипа атырдахской свиты у устья руч. Таба-Бастах-Юргэг. Здесь и далее: штриховая линия — нижние границы пачек, пунктирная — границы слоев внутри пачки.

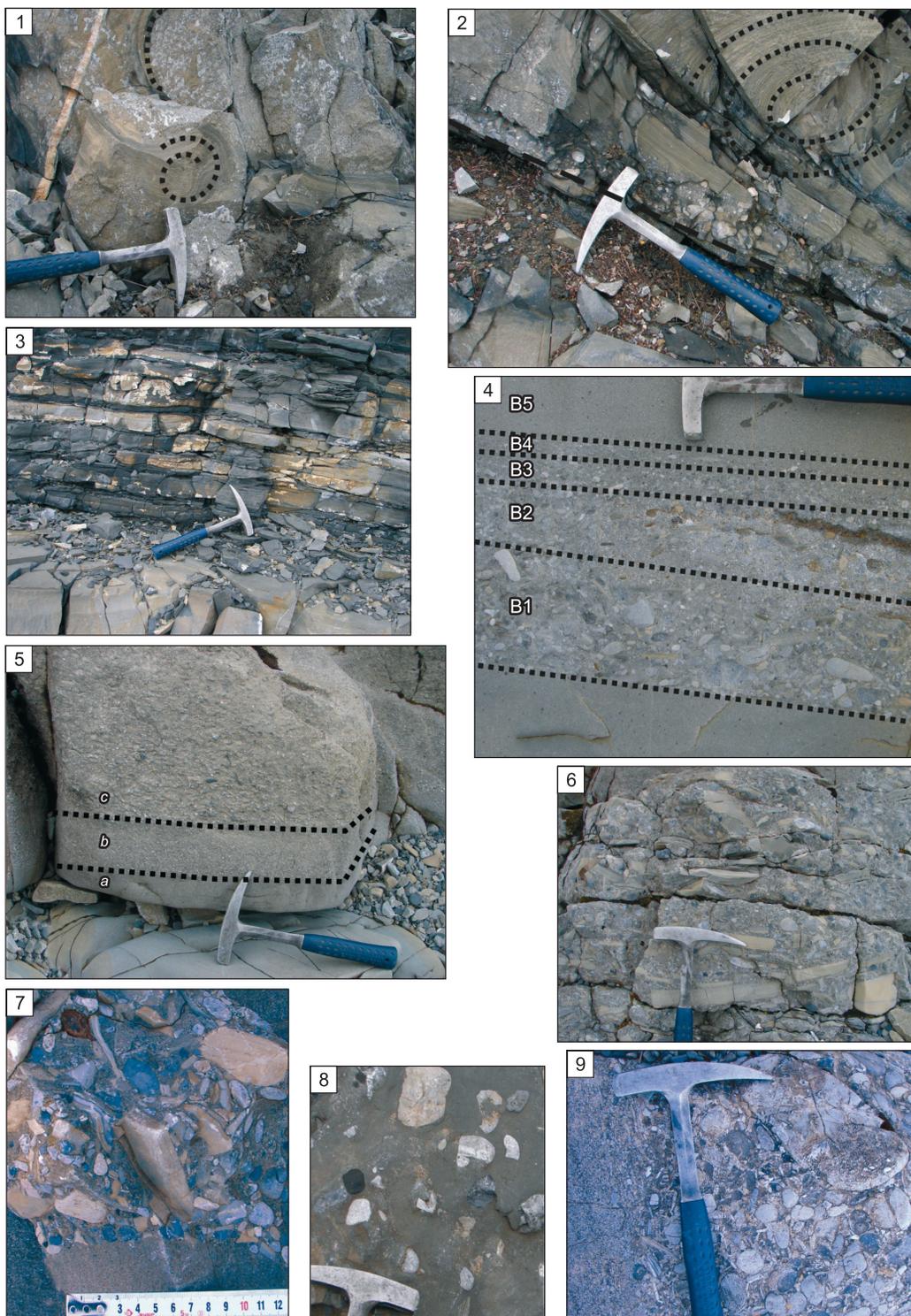


Рис. 10. Седиментационные структуры в разрезах крестяхских конгломератов.

Фиг. 1, 2 — «закрутыши» нелитифицированных пород, соскользнувших со склона подводного канала-оврага; фиг. 3 — тонкое чередование черных алевролитов и песчаников в изолированном блоке, возможно, это низы тиксинской свиты, перекрывающие сероцветные песчаники крестяхских конгломератов; фиг. 4 — циклическая (B1—B5) структура, обусловленная снижением скорости суспензионного потока; фиг. 5 — трехкомпонентная структура: *a* — песчаников, *b* — мелких гравелитов и *c* — крупных гравелитов, свидетельствующая об усилении скорости суспензионного потока; фиг. 6 — неокатанные «обломки-обрывки» дезинтегрированных слоев слаболитифицированных пород, соскользнувшие по пологому склону подводного канала-оврага на его дно; фиг. 7 — хаотическая конгломератобрекция; фиг. 8 — слабоокатанные, несортированные, «плавающие» гальки в песчаниках; фиг. 9 — крупный «перетотложенный» валун в конгломерате, состоящий из слабоокатанных галек, преимущественно карбонатного состава, сходных с гальками известняка, соседствующими с этим валуном.

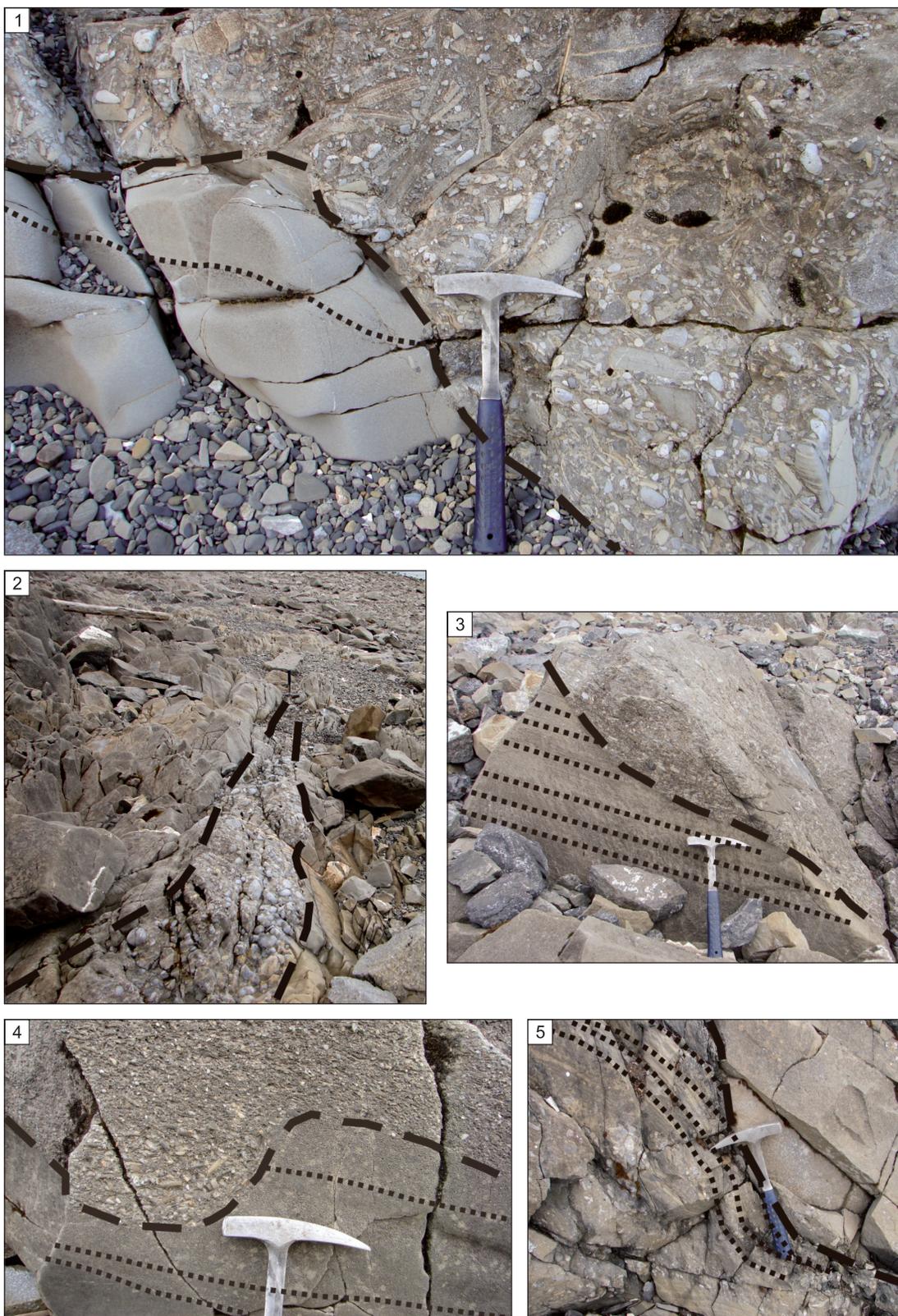


Рис. 11. Структуры эрозии суспензионными потоками дна подводных каньонов (каналов-оврагов) в разрезах крестяхских конгломератов.

Фиг. 1 — пересекающаяся слоистость двух пачек на борту подводного канала-оврага с крутой стенкой; фиг. 2 — прибортовое выклинивание конгломератовой пачки на пологой стенке канала-оврага; фиг. 3, 5 — «врезания» в нижележащей пачке канала-оврага с пологой стенкой; фиг. 4 — квазисубпараллельная слоистость в двух пачках с эрозией в виде «кармана» в кровле нижележащей пачки.

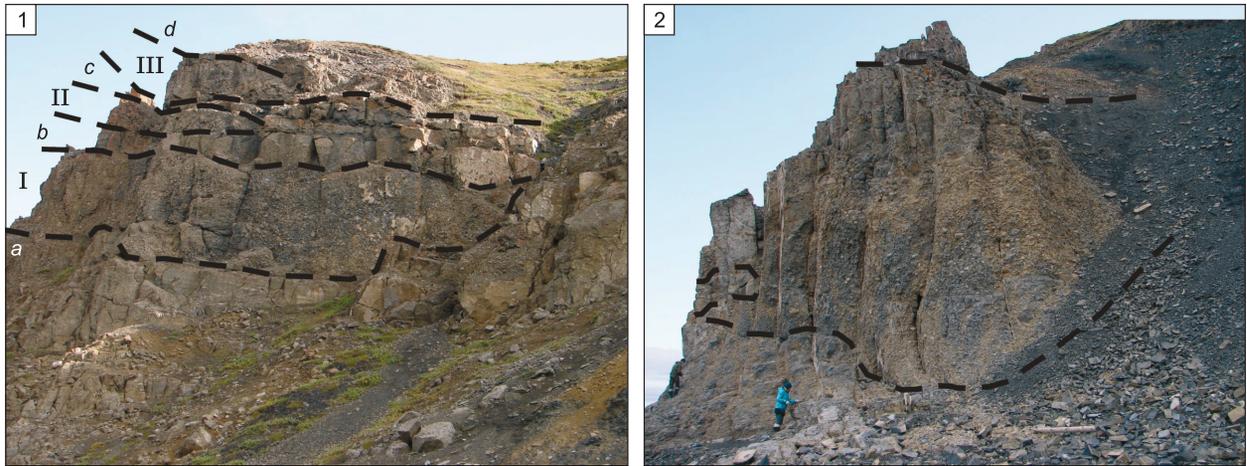


Рис. 12. Структуры заполнения крупных подводных каньонов (каналов-оврагов) в разрезах крестяхских конгломератов.

Фиг. 1 — многоактное заполнение крупного подводного каньона псефитовым (I, II, III) и псаммитовым (a, b, c, d) материалами; фиг. 2 — заполнение прибортовой части крупного подводного каньона псефитовым материалом.

роды этого литотипа встречаются в ассоциации с породами восьмого литотипа, суммарно составляя терминальную часть сводного разреза крестяхских конгломератов.

Восьмой литотип — валунные (реже галечные) конгломераты и глыбовые конгломератобрекчии с многочисленными «обломками-обрывками» слоев песчаников из «взломанных» суспензионными подводными потоками слаболитифицированных слоев. Мощность пачек (3—30 м) и их состав не выдержан по простиранию. Восьмой литотип установлен для пород верхней части разреза С-1878 и для пород разреза С-1883.

Для пород первого и второго литотипов характерна средняя окатанность обломков, а для пород остальных литотипов — слабая. Сортированность обломков в породах всех литотипов низкая, реже — средняя.

По материалам авторов настоящей статьи, подтвердивших данные предыдущих исследователей [Булгакова, 1967], в составе галек, валунов и глыб крестяхской группы разрезов присутствуют: карбонаты (70—80 %), известковые терригенные осадочные породы (10—15 %), кварциты (3—5 %), магматические (1—2 %). В составе гравелитов и песчаников крестяхской группы разрезов встречаются: карбонаты (50—60 %), кварц (15—20 %), терригенные осадочные породы (10—15 %), полевые шпаты (5—10 %), кремни (3—5 %), магматические (1—2 %).

В разрезах крестяхских конгломератов зафиксированы следующие седиментационные структуры: а) градиционно-слоистые породы (graben bedding); б) следы подводных размывов суспензионными потоками; в) следы заполнения понижений в подводных каналах-оврагах; г) структуры «взламывания» и дальнейшего переноса волочением литифицированных слоистых образований; д) наблюдается как выдержанная ориентировка обломков («обрывков») слоев субпараллельно подошве слоя, так и хаотическое их расположение; е) опрокинутые (до запрокинутых) складки; ж) подводные оползни с образованием «закатышей» — «закрутышей»; з) борта подводных оврагов с пологим дном и каньонов с крутыми стенками. Часть из таких структур ранее интерпретировалась как знаки волновой ряби [Булгакова, 1967].

Отмеченные седиментационные структуры фиксируются в различных пачках разрезов крестяхских конгломератов. Перед началом накопления некоторых пачек не зафиксирована эрозионная деятельность (нижняя граница таких пачек ровная), что свидетельствует о наличии в рассматриваемом палеобассейне фоновой (не «импульсной») терригенной седиментации. В других случаях — в одной конкретной пачке могут быть распознаны следы четырех последовательных процессов: а) эрозия суспензионными потоками с образованием волнистой поверхности в кровле подстилающей пачки и «карманов» в этой нижележащей пачке; б) формирование пород пачки за счет привнесенного обломочного материала; в) «вброс» в накапливающиеся, нелитифицированные породы пачки обломков разрушенных слоев с эродированных крутых уступов краев подводных оврагов (или каньонов); г) образование складок и «закрутышей» в слаболитифицированных породах при подводных оползнях с бортов морских ложбин на пониженные участки осевой части таких оврагов.

и др., 1965], является видом-индексом одноименной фораминиферовой зоны [Зональная стратиграфия..., 2006] во многих геологических регионах России: Тимано-Печорская область, Северный и Полярный Урал, восточный склон Урала, Новая Земля. Зона *Arch. krestovnikovi* отвечает нижней половине верхнего визе (при двучленном делении на подъярусы). Глобальное распространение вида *Arch. krestovnikovi* Raus. послужило основанием для выделения в Международной стратиграфической шкале в средней части визейского яруса стандартной фораминиферовой зоны *Endothyranopsis compressa* — *Arch. krestovnikovi* [Gradstein et al., 2012]. В Китае [Wang et al., 2019] основание фораминиферовой зоны *Arch. krestovnikovi* располагается чуть выше нижней границы стандартной аммоноидной генозоны *Goniatites*, а верхняя граница рассматриваемой фораминиферовой зоны находится в середине второй половины этой аммоноидной генозоны. В Международной стратиграфической шкале в средней части визейского яруса выделяется стандартная аммоноидная генозона *Beurichoceras/Goniatites* [Gradstein et al., 2012]. Представители аммоноидей рода *Goniatites Haan* (*G. americanus* Gordon) известны и в разрезах крестяхских конгломератов на м. Крестях (сборы профессора П.А. Софроницкого, определения М.Ф. Богословской) [Абрамов, Григорьева, 1986]. Современными исследованиями повторить находку аммоноидей в разрезах крестяхских конгломератов не удалось. Обобщая приведенную информацию, можно уточнить стратиграфическое положение крестяхских конгломератов как среднюю часть и низы верхней части визейского яруса. В перекрывающей атырдахскую свиту тиксинской свите также известны находки аммоноидей генозоны *Beurichoceras/Goniatites* [Язиков, Соболев, 2013] и остатки фораминифер *Arch. krestovnikovi* Raus. [Клец, 2005]. Последнее обстоятельство позволяет предполагать высокую скорость осадкообразования сводного разреза крестяхских конгломератов: менее одной аммоноидной генозоны (и менее одной фораминиферовой зоны), т. е. не более 1—2 млн лет.

Следует отметить, что имеются указания о присутствии в тиксинской свите более молодых, серпуховских аммоноидей — *Neoglyphioceras septentrionale* Andrianov, найденных в правобережье р. Лена в 21 км юго-юго-восточнее м. Крестях [Андрианов, 1985; Кутыгин, 2009].

Авторами настоящей статьи в матриксе псефитовых пород крестяхских конгломератов были найдены многочисленные табуляты, редкие ругозы и мшанки, единичные аммоноидеи? (в осыпи), частые брахиоподы, многочисленные криноидеи, а в изготовленных шлифах — фораминиферы. Среди тафономических наблюдений надо отметить следующие. Перечисленные морские фаунистические группы встречены во всех изученных разрезах крестяхских конгломератов, что позволяет сделать вывод об исключительно морском генезисе этих псефитопсаммитовых образований. Расположение фаунистических остатков по отношению к слоистости в подавляющем числе случаев демонстрирует их разнонаправленность, что свидетельствует о высокой придонной гидродинамической активности в исследуемом палеобассейне с постоянным кон- и постседиментационным перемещением верхних слоев осадков. На этом общем фоне достаточно часто сохраняются стебли криноидей, не расчлененные на отдельные части, что указывает на захоронение, близкое к прижизненному их местообитанию. Фиксируются скопления одинаково ориентированных (близко к прижизненному) колоний табулят. Наблюдался феномен роста колонии табулят на крупной валуне. Последние три примера могут служить подтверждением существования относительно спокойных (от «угнетающего» воздействия суспензионных потоков) интервалов времени для роста криноидей и кораллов. Такие феномены в крестяхских конгломератах отмечались и другими исследователями [Булгакова, 1967].

Наилучшую сохранность из встреченных при изучении крестяхских конгломератов групп фауны (здесь рассматриваются только автохтонные местонахождения в матриксе псефитов) имеют табуляты. Среди них установлены следующие таксоны (рис. 14, 15) (привязку к пачкам см. на рис. 5—8): *Pseudoroemeripora lenaica* Koksharskaja (C-1871-9; C-1876-11), *Ps. pulchra* Dubatolov (C-1876-15), *Pseudoroemeripora* sp. (C-1872-2), *Multithecopora* sp. (C-1876-1; C-1883-2), *Neomultithecopora* sp. (C-1883-6), *Roemerolites* sp. (C-1876-8; C-1883-6), *Montanella* sp. (C-1876-8), *Michelinia* sp. (C-1871-11; C-1872-3). При сравнительном анализе в стратотипе бастяхской свиты (район устья руч. Таба-Бастях) авторами настоящей статьи из первых пяти пачек разреза Y-123 [Izokh, Yazikov, 2017] по собственным сборам был установлен комплекс табулят иной фациальной приуроченности. В бастяхских массивно-слоистых известняках определены другие таксоны табулят: *Syringopora rudyi* Nelson (C-1882), *Syr. bella* Tchudinova (C-1881), *Neosyringopora* sp. (C-1880), *Syringocystis* sp.? (C-1881) и *Michelinia* sp. (C-1880, C-1881). Последний таксон табулят, широко распространенный в бастяхской свите, встречается и в нижней трети сводного разреза крестяхских конгломератов в матриксе псефитов.

ОБСУЖДЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Номенклатурные стратиграфические вопросы. Вопрос о валидности крестяхской свиты, до сих пор остающийся дискуссионным, привел к необычному решению при структурно-фациальном районировании нижнего карбона рассматриваемого региона [Кутыгин, 2009]. В Северном Верхоянье, к

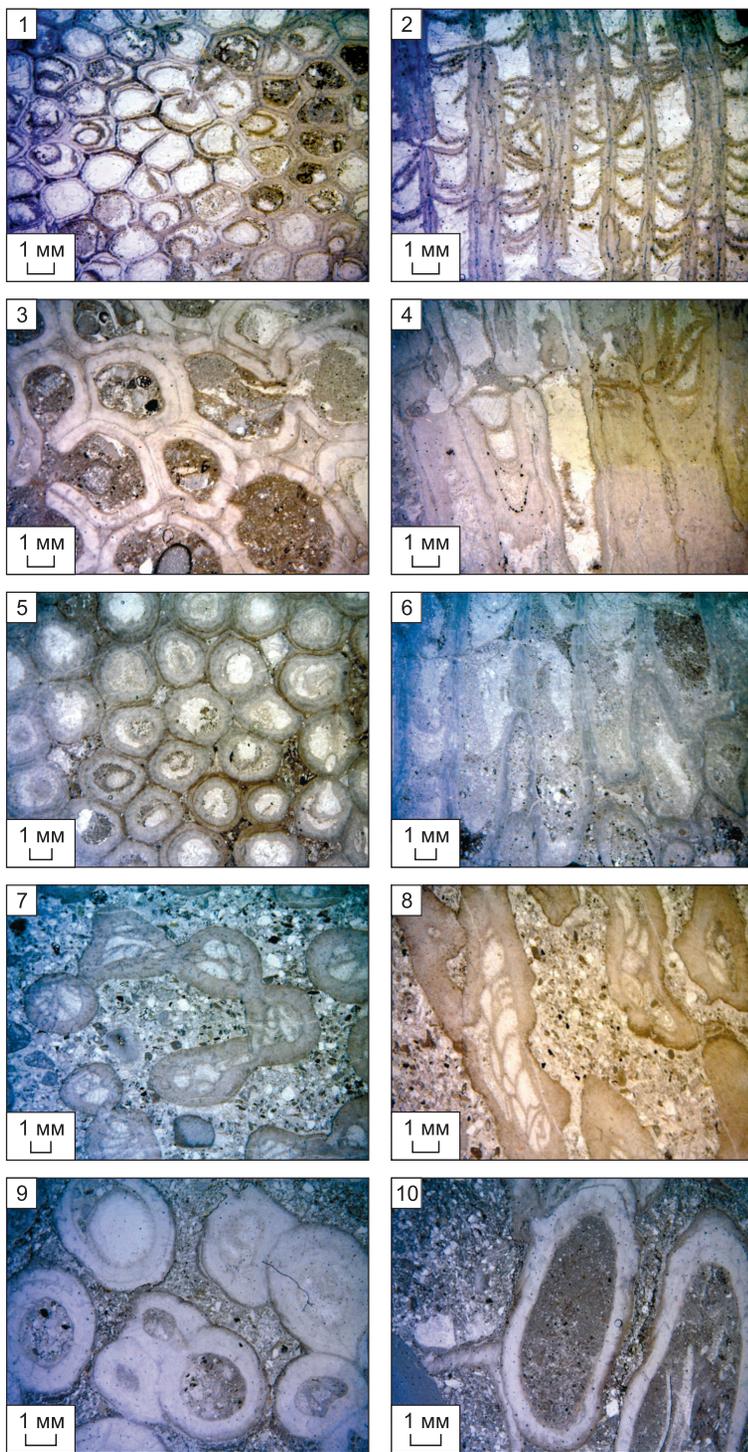


Рис. 14. Характерные табуляты из матрикса псефитопсаммитовых пород разрезов крестяхских конгломератов.

Фиг. 1, 2 — *Pseudoroemipora pulchra* Dubatolov, поперечный и продольный разрезы, точка С-1876-11; фиг. 3, 4 — *Ps. lenaica* Koksharskaja, поперечный и продольный разрезы, точка С-1871-9; фиг. 5, 6 — *Pseudoroemipora* sp., поперечный и продольный разрезы, точка С-1872-2; фиг. 7, 8 — *Montanella* sp., поперечный и продольный разрезы, точка С-1876-8; фиг. 9, 10 — *Multithecopora* sp., поперечный и продольный разрезы, точка С-1883-2.

которому относится Хараулах, выделена единая Северо-Верхоянская структурно-фациальная зона, разделенная на Хараулахскую подзону (все вышеперечисленные свиты — бастахская, атырдахская, тиксинская) и Крестяхскую подзону (только две свиты — крестяхская и сокольская на одном участке у станции Сокол в начале Быковской протоки). При этом было сделано предположение, что крестяхская свита должна коррелироваться с нижней частью тиксинской свиты, а сокольская свита — с остальной частью тиксинской свиты [Кутыгин, 2009].

Авторами настоящей статьи предлагается следующее. Так как разрезы крестяхских конгломератов фрагментарны и в них отсутствуют стратиграфические взаимоотношения с подстилающими отложениями, то, согласно рекомендациям [Стратиграфический кодекс..., 2019, статья V.12], по таким геологическим материалам следует выделять не свиту, а вспомогательное местное стратиграфическое подразделение — толщу, т. е. толщу крестяхских конгломератов. При геологическом картировании крестяхский стратон не использовался [Государственная..., 1979, 2014], и в районе распространения крестяхских конгломератов картировались поля выходов

атырдахской свиты, непосредственно протягивающиеся к м. Крестях от ее стратотипа в правобережье Лены (от района устьев ручьев Таба-Бастах-Юрэгэ и Касым).

Вслед за высказанным заключением о невалидности крестяхской свиты следует рассмотреть и сокольскую свиту [Абрамов, Григорьева, 1986; Клец, 2005; Кутыгин, 2009], выделенную в разрезе у станции Сокол (южнее м. Крестях) как местный стратон между крестяхской и тиксинской свитами [Стратиграфический словарь..., 1991]. Изложенные выше новые результаты исследований позволяют отметить следующее. Первое — в районе станции Сокол отсутствуют конкретные разрезы, кардинально отличающиеся как от крестяхских терригенных образований различных литотипов, так и от темноцветных фациально выдержанных пород тиксинской свиты. В одном небольшом изолированном выходе, возможно, вскрывается граница этих двух стратонов. В случае, если исследователи наблюдали в конк-

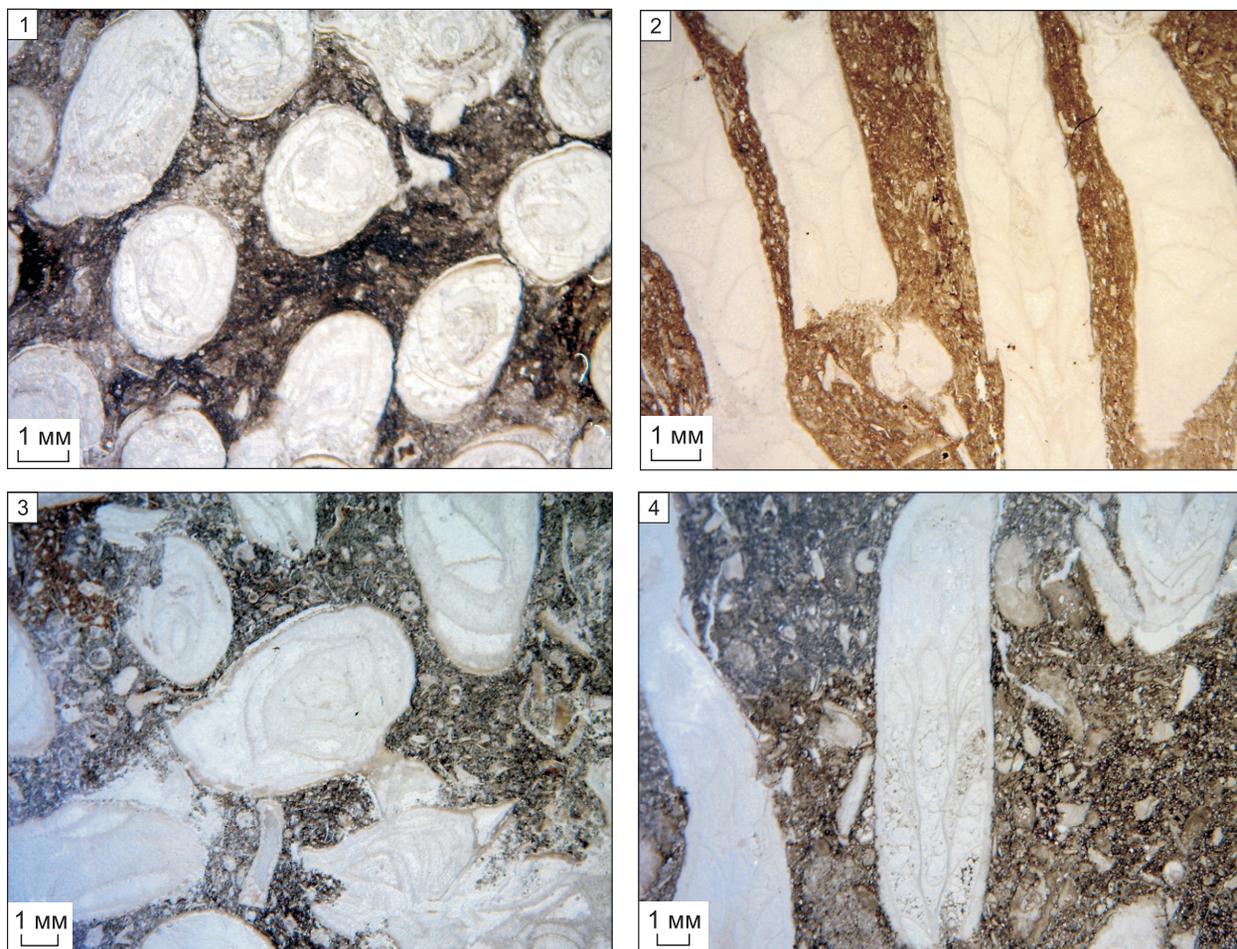


Рис. 15. Табуляты из нижней части стратотипа бастахской свиты.

Фиг. 1, 2 — *Syringopora rudyi* Nelson, поперечный и продольный разрезы, точка С-1882; фиг. 3, 4 — *Neosyringopora* sp., поперечный и продольный разрезы, точка С-1880.

рентном разрезе признаки этих двух стратонтов (нижнего в нижней части и верхнего во второй половине) [Абрамов, Григорьева, 1986], то, согласно [Стратиграфический кодекс..., 2019, статья V.9, совет 9А], в зонах фациальных переходов местных стратонтов следует воздержаться от выделения новых свит. По нашим наблюдениям, отложения, описанные в работе [Абрамов, Григорьева, 1986] как сокольская свита, относятся к крестяхскому стратону.

Признание невалидности крестяхской и сокольской свит ставит под сомнение выделение самостоятельной Крестяхской структурно-фациальной подзоны [Кутыгин, 2009] Северо-Верхоянской структурно-фациальной зоны.

Палеогеографическое положение и генезис крестяхских конгломератов. Г.Ф. Лунгерсгаузен и Р.В. Соломина [1966] высказали предположение, что в ранневизейское время в области современного шельфа моря Лаптевых к северу от дельты Лены за счет тектонических движений было образовано крупное поднятие, сложенное в верхней своей части силурийско-девонскими осадочными образованиями. Именно разрушение этого поднятия и последующая подводная транспортировка образовавшегося обломочного материала в южном (по современным координатам) направлении и сформировали специфическую фацию крестяхских конгломератов.

При масштабных палеогеографических реконструкциях для девонского и каменноугольного периодов между о. Котельный в системе Новосибирских островов и материковой частью моря Лаптевых предполагалось существование крупного обособленного гипотетического островного участка суши с возвышенной равниной, плато и нагорьями [Матухин, 1991]. В позднем девоне и раннем карбоне именно эта гипотетическая возвышенная островная суша, по данным Р.Г. Матухина [1991], активно поставляла обломочный материал как в раннекаменноугольные бассейны Северного Хараулаха в направлении

с севера на юг (в современных координатах), так и в разновозрастные палеобассейны архипелага Новосибирские острова с юга на северо-восток (в тех же современных координатах). Другой участок возвышенной суши для девонского и каменноугольного периодов предполагался в виде полуострова со стороны Сибирской платформы [Матухин, 1991] — северо-восточная оконечность позднепалеозойского материка Ангарида [Клец, 2005]. При этом такой гипотетический полуостров так же рассматривался Р.Г. Матухиным [1991], как «материнский источник» обломочного материала, поступающего в раннекаменноугольные бассейны Северного Хараулаха с юго-западного (в современных координатах) направления.

По поводу генезиса крестяхских конгломератов высказывались разные предположения: а) ледниковая (тиллитовая) природа [Гусев, Флейшман, 1938]; б) подножие горных сооружений с речной сетью, залитое морем [Межвилк, 1956]; в) удаленные от берега локальные, терригенно-карбонатные отмели, сформировавшиеся при отложениях осадков бастахской и атырдахской свит, одновременно разрушающихся под действием волн и течений, с образованием сингенетичных грубообломочных отложений [Ляпина, 1962]; г) подводные сейсмиды, включая суспензионные и грязевые потоки, а также турбидиты [Булгакова, 1967]; д) береговые обвалы [Булгакова, 1967]; е) образования подводных оползней и обвалов [Богущ и др., 1965]; ж) мелководный шлейф грубообломочных пород вдоль приподнятой разрушающейся суши [Государственная..., 2014]; з) по присутствию кремней с примесью тонкого терригенного материала относительно глубоководные образования, но значительно меньших глубин, чем уровень карбонатной компенсации (ССД) — существенно менее 4.5—5.0 км [Булгакова, 1976]; и) орогенная моласса [Межвилк, 1958]; к) спазматическое поступление грубообломочного материала за счет сейсмической активности района [Булгакова, 1967]; л) для нижней части сводного разреза крестяхских конгломератов — литоральные и пляжные обстановки. При этом большинство исследователей отмечают, что атырдахский терригенный стратон в целом, в том числе крестяхские конгломераты, был начальным этапом (или предшествовал) формированию верхоянского верхнепалеозойского терригенного комплекса [Булгакова, 1967; Булгакова и др., 1969; Государственная..., 1979; Клец, 2005; Кутыгин, 2009].

Полученные в рамках настоящей работы материалы позволяют определить генезис толщи крестяхских конгломератов как образования типа дебритов: формирующим протяженные подводные депрессии в виде каньонов и каналов-ложбин на дне палеобассейна и заполняющим такие понижения за счет импульсного воздействия суспензионных потоков.

В стратиграфическом интервале нижнего карбона выделяется следующий набор глобальных событий: среднетурнейское (Lower Alum Shale), познетурнейское, средневизейское, визейско-серпуховское и серпуховско-башкирское (Early Namurian Event) [Global..., 1996; Корень и др., 2000]. В Сибири на границе турне и визе было предложено выделять региональное щегловское био/седиментологическое событие [Клец, 2005]. При этом для шельфовых морей карбона, окружающих позднепалеозойский материк Ангарида именно щегловское событие рассматривалось как наиболее масштабное, маркирующее основание верхоянского терригенного комплекса. Рассматриваемые крестяхские конгломераты являются типовым литологическим маркером начала этого события.

В материковом географическом окружении Северного Хараулаха ниже- и среднекарбонные осадочные образования встречены в нескольких районах. Наиболее приближенными (менее 250 км) к рассматриваемому полю выходов каменноугольных отложений Северного Хараулаха являются выходы карбона в Кютюндинском грабене Сибирской платформы (среднее течение р. Оленек). Набор и мощность местных стратиграфических подразделений карбона этого грабена и их литология принципиально другие по сравнению с каменноугольными стратонами Северного Хараулаха. Ниже- и среднекаменноугольные осадочные образования в Кютюндинском структурно-фациальном районе представлены нуучаюрегинской, толуопской, кысылхаинской и удоганской свитами, сложенными базальными конгломератами, доломитовыми песчаниками, доломитами, доломитистыми известняками, известковисто-доломитовыми алевролитами и аргиллитами общей суммарной мощностью около 200 м [Матухин, 1991; Кутыгин, 2009].

Вторым районом с распространением ниже-, среднекаменноугольных отложений является Уэль-Сиктяхская структурно-фациальная подзона Центрального Верхоянья, которая находится в 500 км от рассматриваемого района Северного Хараулаха. В этой структурно-фациальной зоне карбонные отложения залегают на карбонатных кембрийских образованиях и в нижней части представлены известняками с кремнистыми стяжениями, а в верхней своей части — валунно-галечными и гравийно-галечными конгломератами, в составе обломков кембрийские известняки [Кутыгин, 2009]. Нижняя карбонатная пачка при этом соотносится с бастахской свитой Северного Хараулаха, а верхняя грубообломочная пачка сопоставляется с крестяхскими конгломератами.

Другим районом с ниже-, среднекаменноугольными осадочными образованиями является Орулганская структурно-фациальная подзона Центрального Верхоянья [Булгакова и др., 1969; Клец, 2005; Кутыгин, 2009], где в нижней части разреза имеются терригенно-карбонатные и карбонатные пачки, а

далее располагаются агакуканская и былыкатская свиты с большим количеством внутрiformационных конгломератов.

Материалы по Кютюнгинскому, Уэль-Сиктяхскому и Орулганскому структурно-фациальным элементам с псефитовопсаммитовыми толщами нижнего и среднего карбона показывают значительную площадную масштабность (тысячи км²) проявления события формирования верхоянского терригенного комплекса.

Глубины формирования пород и удаленность от береговой линии палеобассейна разрезов крестяхских конгломератов атырдахской свиты можно предварительно оценить по глубинам образования подстилающих пород бастахской свиты и перекрывающих образований тиксинской свиты. Бастахская свита сложена карбонатными относительно мелководными отложениями, сформировавшимися в открытой (удаленной от берега) части моря [Государственная..., 2014]. Атырдахская свита без видимого структурного несогласия залегает на бастахской в разрезе в правобережье р. Лена, в районе устьев ручьев Таба-Бастах-Юрэгэ и Касым [Язиков, Соболев, 2013; Yazikov et al., 2015]. В этом районе для разрезов атырдахской свиты, как и в рассмотренных выше разрезах крестяхских конгломератов, отмечается присутствие глубоководных кремнистых образований — спонголитов [Izokh, Yazikov, 2017].

Стратиграфически выше атырдахской свиты согласно залегает тиксинская свита [Клец, 2005; Кутыгин, 2009; Язиков, Соболев, 2013; Yazikov et al., 2015]. Эта свита представлена ритмичными турбидитоподобными отложениями, т. е. образованиями континентального склона или переуглубленного шельфа. В ее разрезах, в алевролитах и известковистых аргиллитах, с прослоями песчаников, часто наблюдаются кристаллы пирита [Государственная..., 2014]. Выдержанность строения разреза тиксинской свиты на большой площади от нижнего течения р. Лена до бухты Тикси в море Лаптевых, темноцветность слагающих ее тонкозернистых пород, отсутствие следов волновой деятельности, редкие (в нижней части) фаунистические остатки, присутствие пирита позволяют отнести условия формирования этой свиты к фациям открытого (удаленного от берега) моря с глубинами более 100—150 м. Таким образом, удаленность от берега большинства разрезов атырдахской свиты (включая и крестяхские конгломераты), учитывая последовательность трех рассмотренных свит, представляется достаточно аргументированной.

Оценочную глубину палеобассейна при формировании толщи крестяхских конгломератов атырдахской свиты следует определять отдельно для нижней, средней и верхней частей ее разреза. Для нижней части разреза за интервал глубин формирования можно принять предварительную оценку 150—200 м (внешний шельф), для средней части — 200—350 м (внешняя часть внешнего шельфа), для верхней части — 50—100 м верхних краев подводных каньонов (каналов-оврагов) и 150—250 м (внешний шельф) для основания таких эрозионных депрессий.

Учитывая, что между бастахской и атырдахской свитами, судя по всем имеющимся материалам, был перерыв в осадконакоплении, можно предполагать, что этот предатырдахский перерыв по времени совпал с глобальным кратковременным падением уровня Мирового океана не менее чем на 100 м, с последующим подъемом на 80 м [Gradstein et al., 2012]. Это обстоятельство позволяет скорректировать глубину формирования нижней части толщи крестяхских конгломератов до величины 150—250 м, а средней части — до 150—200 м.

Суммарная мощность послойно (по пачкам и их частям) составленных разрезов крестяхских конгломератов, по нашим данным, составляет 250—270 м. Ранее для крестяхских конгломератов указывалась мощность от 160 до 200 м [Богуш и др., 1965; Лунгерсгаузен, Соломина, 1966; Булгакова, 1967; Государственная..., 1979; Клец, 2005; Кутыгин, 2009] и 300 м [Межвилк, 1956, 1958]. Если принять во внимание, что при начале накопления толщи крестяхских конгломератов глубина ее формирования должна была быть, по крайней мере, больше, чем ее суммарная мощность, то (без учета синхронного прогибания дна палеобассейна) осадки нижней части толщи крестяхских конгломератов должны были начать откладываться на глубинах не менее 300—350 м. При допущении, что при образовании толщи крестяхских конгломератов дно раннекарбонowego Хараулахского морского бассейна продолжало погружаться, глубину формирования нижней части толщи крестяхских конгломератов следует рассматривать в диапазоне 200—250 м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Псефитопсаммитовые образования, именуемые крестяхскими конгломератами, следует рассматривать как фациально-специфическую группу разрезов атырдахской свиты и называть толщей.

2. Автохтонный псефитопсаммитовый материал поступал в толщу крестяхских конгломератов за счет действия суспензионных потоков. Значительная часть толщи крестяхских конгломератов представляет собой заполнение подводных каньонов (или каналов-оврагов) псефитовым или псаммитовым материалом, осложненное оползневыми структурами. Толщу крестяхских конгломератов следует относить к своеобразному типу осадков — дебритам.

3. Толща крестяхских конгломератов и другие разрезы атырдахской свиты формировались в удалении от береговой линии палеобассейна.

4. Глубины накопления пород толщи крестяхских конгломератов следует оценивать, как глубоководно-шельфовые (150—200 м) (отсутствие следов волновой ряби, присутствие «закатышей» и «закрутышей») и переуглубленно-шельфовые (до 300 м и более), включая начало континентального склона.

5. Возраст базального горизонта верхнепалеозойского верхоянского терригенного комплекса Северного Хараулаха — толщи крестяхских конгломератов атырдахской свиты — следует принимать как средняя часть визейского века раннего карбона.

Авторы признательны В.А. Каширцеву и Р.В. Кутыгину за ценные советы и рекомендации, полученные от них на заключительном этапе оформления статьи.

Исследования поддерживаются РФФИ (грант 18-05-70035).

ЛИТЕРАТУРА

Абрамов Б.С., Григорьева А.Д. Биостратиграфия и брахиоподы нижнего карбона Верхоянья. М., Наука, 1986, 193 с.

Андрианов В.Н. Пермские и некоторые каменноугольные амmonoидеи Северо-Востока Азии. Новосибирск, Наука, 1985, 180 с.

Богуш О.И., Герасимов Е.К., Юферев О.В. Нижний карбон низовьев Лены. М., Наука, 1965, 75 с.

Бушмина Л.С. Каменноугольные остракоды низовьев р. Лены. М., Наука, 1970, 96 с.

Булгакова М.Д. Крестяхские конгломераты устья р. Лены и условия их образования // Литология и полезные ископаемые, 1967, № 3, с. 127—134.

Булгакова М.Д. Кремнистые породы Верхояно-Колымской складчатой области // Литология и полезные ископаемые, 1976, № 5, с. 99—108.

Булгакова М.Д., Лазебник К.А., Сукнева Л.С. Новые данные о базальных конгломератах Верхоянского комплекса (нижний карбон хр. Орулган) // Изв. АН СССР. Серия геологическая, 1969, № 9, с. 61—72.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. М-б 1: 200 000. Серия Нижнеленская. Лист S-52-XXXI, XXXII. Объяснительная записка. М., Изд-во «Аэрогеология», 1979, 91 с.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. М-б 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Лаптево-Сибироморская. Лист S-51 — Оленекский зал., S-52 — дельта р. Лены. Объяснительная записка. СПб., Изд-во СПб. картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014, 274 с.

Гусев А.И., Флейшман С.С. Геология и полезные ископаемые северной оконечности Хараулахского хребта // Тр. Арктического ин-та, 1938, т. 99, с. 57—124.

Зональная стратиграфия фанерозоя России // Ред. Т.Н. Корень. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2006, 255 с.

Каширцев А.С., Каширцев В.А., Сафронов А.Ф., Семенов В.П. Опорный разрез нижнекаменноугольных и нижнепермских отложений в приустьевой части р. Лены // Труды IX научной конференции ИТФ ЯГУ. Секция геологическая. Якутск, Якут. кн. изд-во, 1966, с. 54—58.

Клец А.Г. Верхний палеозой окраинных морей Ангариды. Новосибирск, Академическое изд-во «Гео», 2005, 240 с.

Кокшарская К.Б. Новый род *Pseudoroemeripora* семейства Syringolitidae из нижнего карбона Северо-Востока СССР // Табулятоморфные кораллы девона и карбона СССР. Вып. 2. М., Наука, 1965, с. 87—91.

Корень Т.Н., Бугрова Э.М., Гаврилова В.А., Гогин И.Я., Журавлев А.В., Косовая О.Л., Котляр Г.В., Николаева И.А., Суяркова А.А., Табачникова И.П., Терентьев С.С., Толмачева Т.Ю., Тур И.А., Языкова Е.А. Использование событийно-стратиграфических уровней для межрегиональной корреляции фанерозоя России. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2000, 170 с.

Кутыгин Р.В. Нижний карбон Восточной Сибири и Верхоянья // Отечественная геология, 2009, № 5, с. 66—74.

Лапина Н.Н. Брахиоподы крестяхских конгломератов с устья Лены // Палеонтологический сборник. Л., Гостоптехиздат, 1962, вып. 3, с. 125—142.

Лунгерсгаузен Г.Ф., Соломина Р.В. Стратиграфия каменноугольных отложений Северного Хараулаха (низовья р. Лены) // Докл. АН СССР, 1966, т. 168, № 5, с. 1138—1140.

Матухин Р.Г. Девон и нижний карбон Сибирской платформы (состав, условия осадконакопления, минералогия). Новосибирск, Наука, 1991, 164 с.

Межвилк А.А. Молассы в устье Лены // Докл. АН СССР, 1956, т. 108, № 2, с. 317—319.

Межвилк А.А. Стратиграфия Северного Хараулаха // Советская геология, 1958, № 7, с. 43—61.

Прокопьев А.В., Ершова В.Б., Миллер Э.Л., Худoley А.К. Раннекаменноугольная палеогеография северной части Верхоянской пассивной окраины по данным U-Pb датирования обломочных цирконов: роль продуктов размыва Центрально-Азиатского и Таймыро-Североземельского складчатых поясов // Геология и геофизика, 2013, т. 54 (10), с. 1530—1542.

Путеводитель экскурсии XIII сессии Научного совета СО АН СССР по тектонике Сибири и Дальнего Востока / Ред. А.Ф. Петров. Якутск, Изд-во Якутского филиала СО АН СССР, 1980, 40 с.

Решения II Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою Северо-Востока СССР. Магадан. Магадан. кн. изд-во. 1978, 192 с.

Решения Третьего Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России / Под ред. Т.Н. Корень, Г.В. Котляр. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2009, 267 с.

Сенников Н.В., Обут О.Т., Буколова Е.В., Толмачева Т.Ю. Литолого-фациальная и биоиндикаторная оценки глубины формирования раннепалеозойских осадочных бассейнов Палеоазиатского океана // Геология и геофизика, 2011, т. 52 (10), с. 1488—1516.

Стратиграфический кодекс России / Ред. А.И. Жамойда. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2019, 92 с.

Стратиграфический словарь СССР. Кембрий, ордовик, силур, девон / Под ред. И.Е. Заниной, Б.К. Лихарева. Л., Недра, 1975, 622 с.

Стратиграфический словарь СССР. Новые стратиграфические подразделения палеозоя СССР / Ред. О.П. Ковалевский. Л., Недра, 1991, 555 с.

Язиков А.Ю., Соболев Е.С. Брахиоподы и аммоноидеи нижнего карбона (миссиссипий) низовьев р. Лены (Республика Саха (Якутия)) // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Международный научный конгресс, 15—26 апреля 2013 г., Новосибирск: Международная научная конференция «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология». Сборник материалов в 3 т. Т. 1. Новосибирск, СГГА, 2013, с. 8—12.

Язиков А.Ю., Изох Н.Г., Сараев С.В., Бахарев Н.К., Гонга Т.В., Соболев Е.С. Новые данные по биостратиграфии и седиментологии верхнедевонских отложений о. Столб (дельта р. Лена) // Геология и геофизика, 2013, т. 54 (8), с. 1013—1027.

Drachev S.S. Tectonic setting, structure and petroleum geology of the Siberian Arctic offshore sedimentary basins // The Geological Society of London, Memoir № 35, London, 2011, p. 369—394.

Global events and event stratigraphy in the Phanerozoic. Results of the International Interdisciplinary Cooperation in the IGGP-Project 216 «Global biological events in Earth history» / Ed. O.H. Walliser. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 1996, 333 p.

Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G., Ogg G.M. The Geologic Time Scale 2012. Elsevier, 2012, v. 1, 1144 p.

Izokh N., Yazikov A. Discovery of Early Carboniferous conodonts in Northern Kharaulakh Ranges (lower reaches of the Lena River, northeastern Siberia, Arctic Russia) // Revue de Micropaléontologie, 2017, v. 60, p. 213—232.

Klett T.R., Wandrey C.J., Pitmann J.K. Geology and petroleum potential of the north and east margins of the Siberian Craton, north of the Arctic Circle // The Geological Society of London, Memoir № 35, London, 2011, p. 413—431.

Wang X.D., Hu K.Y., Qie W.K., Sheng Q.Y., Chen B., Lin W., Yao L., Wang Q.L., Qi Y.P., Chen J.T., Liao Z.T., Song J.J. Carboniferous integrative stratigraphy and timescale of China // Sci. China Earth Sci., 2019, v. 62, № 1, p. 135—153.

Yazikov A.Yu., Izokh N.G., Sobolev E.S., Saraev S.V. New bio- and lithostratigraphy data for the Early Carboniferous of Northern Kharaulakh (Arctic Yakutia, Lena River) // XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian. August 11—15, 2015, Kazan, Russia. Abstracts Volume. Kazan, Kazan University Press, 2015, p. 207.

Рекомендована к печати 27 марта 2020 г.

Б.Н. Шурыгиным

Поступила в редакцию 19 февраля 2020 г.,

после доработки — 25 марта 2020 г.