



Литолого-генетическая характеристика верхнетриасовых дальнегорских известняков Таухинского террейна (гора Сахарная, Сихотэ-Алинь)

Т. А. Пунина, Е. Н. Малышева

Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток
pounta@mail.ru, rumbum@yandex.ru

В данной работе впервые интегрируются фациальные ассоциации верхнетриасовых дальнегорских известняков Таухинского террейна (гора Сахарная, Сихотэ-Алинь). Дано детальное литолого-палеоэкологическое описание органогенной постройки горы Сахарная. Проведено литолого-генетическое изучение известняков, слагающих постройку, выделены литотипы, соответствующие трем генетическим типам: биогенные, биохемогенные и механогенные. Определена последовательность формирования органогенной постройки, состоящая из четырех этапов: банка, биостром, биогерм, риф. Дано подробное описание каждой стадии развития. Представленные результаты имеют большое значение для лучшего понимания развития и распространения карбонатонакопления в океане Панталасса в позднем триасе. Представленные данные могут быть объединены в палеогеографические и геодинамические реконструкции океана Панталасса.

Ключевые слова: литотипы, органогенная постройка, палеосообщества.

Lithological and genetic characteristics of the Upper Triassic Dalnegorsk limestones of the Taukhinsky terrane (Sakharnaya mountain, Sikhote-Alin)

T. A. Punina, E. N. Malysheva

Far East Geological Institute FEB RAS, Vladivostok

Facies associations of Upper Triassic Dalnegorsk limestones of the Taukhinsky terrane (Sakharnaya mountain, Sikhote-Alin) are integrated for the first time in this work. A detailed lithological and genetic description of the organogenic construction of the Sakharnaya Mountain is given. A lithological and paleoecological study of the limestones composing the structure was carried out, lithotypes corresponding to three genetic types were identified: biogenic, biochemogenic and mechanogenic. The sequence of formation of an organogenic structure consisting of four stages was determined: bank, biostrom, biogerm, reef. A detailed description of each stage of development is given. The presented results are of great importance for a better understanding of the development and spread of carbonation accumulation in the Pantalassa Ocean in the Late Triassic. Our research provides new data that can be combined into paleogeographic and geodynamic reconstructions of the Pantalassa Ocean.

Keywords: lithotypes, organogenic structure, paleosociety.

Введение

Органогенная постройка — карбонатное тело, образованное организмами, создающими устойчивый каркас, внутри которого накапливались генетически связанные карбонатные осадки. Органогенные постройки залегают среди стратифицированных отложений в виде изолированных тел размером от нескольких метров до сотен метров. Они существенно отличаются от вмещающих отложений и нередко кажутся инородными включениями. Вместе с тем ископаемые постройки составляют характерный элемент в строении осадочных толщ, с которыми они связаны общностью процессов седиментации в едином бассейне осадконакопления (Журавлёва и др., 1990; Королук и др., 1975).

Гора Сахарная расположена в бассейне реки Рудная в Дальнегорском районе Приморского края и представляет собой изолированный массив гребневидной формы (рис. 1, а, б). Органогенная постройка расположена в верхней части горы и представлена верхнетриасовыми известняками мощностью 500 метров (рис. 1, с).

В изучении триасовых карбонатных органогенных образований нет единого мнения относительно того, что представляют собой эти тела и каковы их взаимоотношения с вмещающими их терригенными породами. По мнению одних геологов, крупные карбонатные массивы находятся в коренном залегании и представляют собой рифы, вокруг которых развит шлейф олистостром, представленных обломками известняков различных размеров, залегающими в более молодом, как правило меловом, матриксе. Другие полагают, что все известняковые тела, включая самые крупные, являют собой олистостромы и вместе с нижнемеловым матриксом слагают гигантоолистострому, а следовательно, триасовых известняков в коренном залегании вообще нет (Кемкин, 2006; Радкевич, 1960; Рейман, 1965).

Впервые о рифогенном происхождении известняковых массивов Дальнегорского района сообщил О. Вейгель в 1914 году (Weigel, 1914). В 1933 году Г. П. Воларовичем была выделена тетюхинская свита, и разрез горы Сахарная являлся ее стратотипическим раз-

Для цитирования: Пунина Т. А., Малышева Е. Н. Литолого-генетическая характеристика верхнетриасовых дальнегорских известняков Таухинского террейна (гора Сахарная, Сихотэ-Алинь) // Вестник геонаук. 2023. 7(343). С. 27–35. DOI: 10.19110/geov.2023.7.3

For citation: Punina T. A., Malysheva E. N. Lithological and genetic characteristics of the Upper Triassic Dalnegorsk limestones of the Taukhinsky terrane (Sakharnaya mountain, Sikhote-Alin). Vestnik of Geosciences, 2023, 7(343), pp. 27–35, doi: 10.19110/geov.2023.7.3

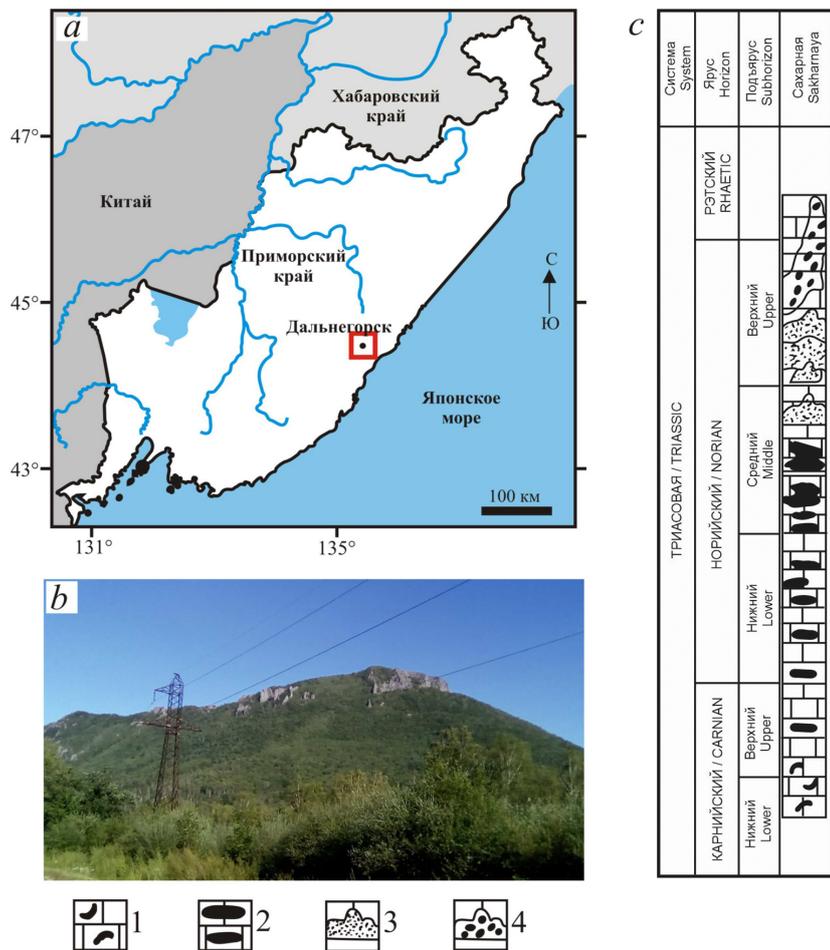


Рис. 1. Известняковый массив горы Сахарная: *a* – местонахождение, *b* – фотоизображение, *c* – стратиграфическая колонка; фации: 1 – банки, 2 – биострома, 3 – биогерма, 4 – рифа

Fig. 1. Limestone massif of Sakharnaya Mountain: *a* – location, *b* – photo, *c* – stratigraphic column; facies: 1 – bank, 2 – biostrom, 3 – bio-germ, 4 – reef

резом (Волярович, 1935). На основании фауны кораллов, двустворок, фораминифер и конодонтов возраст считался среднепозднетриасовым. Общая мощность свиты оценивалась в 1100 м. Ю. Г. Гурулев после проведения геологической съемки в 1964 г. отложения тетюхинской свиты считал выдержанными по простиранию горизонтами (Гурулев, Пальгуева, 1964). А. С. Моисеев, изучивший коллекцию кораллов и моллюсков по сборам Б. Ю. Бринера и Л. Д. Кипарисовой, пришел к выводу, что карбонатные массивы представляют банки, а рифовые постройки отсутствуют (Моисеев, 1951). А. Ф. Баранов и соавторы (Баранов и др., 1952) считали, что известняки не отдельные рифовые массивы, а разобщенные части единого стратиграфического горизонта. Е. А. Радкевич утверждала, что основная масса известняков образовалась хемогенным путем (Радкевич, 1960). И. В. Бурий и Н. К. Жарникова на основе данных по двустворчатым моллюскам и конодонтам (Бурий, 1984; Бурий, Жарникова, 1981), а позже и другие исследователи (Вукс, Пунина, 2018; Peyrotty et al., 2020) доказали разновозрастность отдельных карбонатных массивов. В 1984 году В. А. Красилов и В. П. Парняков в результате обнаружения остатков нижнемеловой флоры в терригенных отложениях, относившихся к тетюхинской свите, пришли к выводу об олистостромовой природе известняков (Красилов, Парняков, 1984). Идеи об олистостромовой природе триасовых известняков и об их положении в тектоническом меланже разрабатывались также в ряде статей (Кемкин, 2006; Радкевич, 1960; Рейман, 1965; Ханчук и др., 1988). Положение триасовых известняковых массивов в терригенных образованиях раннемелового

Таухинского террейна, который, в свою очередь, рассматривается как часть аккреционной призмы, было зафиксировано в ряде публикаций (Голозубов и др., 1992; Кемкин, 2006; Peyrotty et al., 2020).

Из краткого исторического обзора видно, что вопросы, касающиеся происхождения и условий залегания известняков, остаются нерешенными. В этой статье приведены фактические материалы и их интерпретация, которые важны для расшифровки структуры и первичного накопления известняков. Достоверное обоснование природы известняков горы Сахарная является необходимым условием решения этой проблемы.

Целью настоящей статьи является предоставление новых данных об органогенной постройке горы Сахарная, выделение и описание ее морфологии и стадий развития, выделение фаций, уточнение природы формирования массива.

Материал и методы исследований

Материалом для написания настоящей статьи послужили образцы верхнетриасовых органогенных известняков, отобранные авторами во время полевых работ на горе Сахарная. Было исследовано четыре разреза (рис. 2), отобрано более двухсот образцов, из них изготовлено и изучено около 200 шлифов. Изучение проводилось традиционными макро- и микроскопическими методами.

Органогенная постройка изучалась с применением традиционных геологических, палеонтологических и палеоэкологических исследований с детальным описанием вмещающих пород, характера расположения

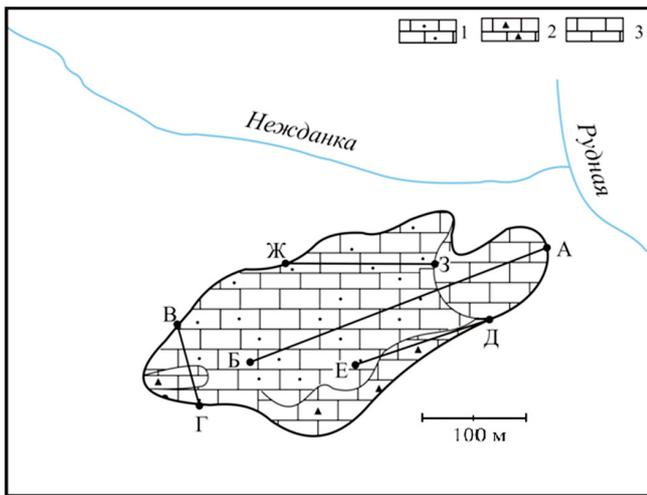


Рис. 2. Схема распределения генетических типов органогенных известняков горы Сахарная: 1 — биогенные, 2 — механогенные, 3 — биохемогенные; А-Б, В-Г, Ж-З, Д-Е — разрезы

Fig. 2. Distribution scheme of genetic types of organogenic limestones of Sakharnaya Mountain: 1 — biogenic, 2 — mechanogenic, 3 — biochemogenic; А-Б, В-Г, Ж-З, Д-Е-sections

в них органических остатков и их состава. В первую очередь выяснялся вещественный состав пород, цвет, структура и другие признаки органогенных построек.

Далее внимание уделялось ископаемым остаткам организмов в известняках. Изучались поверхности выветривания, так как в шлифах часто структура фоссилий перекристаллизована; определялись их морфологическое разнообразие и сохранность, делались зарисовки. Проводился анализ таксономического состава организмов в известняках и выяснялся общий облик, форма роста, прижизненное или нарушенное положение. Последующее изучение в камеральных условиях включало в себя детальное рассмотрение и описание

под микроскопом шлифов и пришлифовок. При изучении известняков применялся оптический микроскоп МБС-10. Фотографирование проводилось при помощи фотоаппарата Sony Cyber-shot DSC-H5 и видеоокуляра TopCam UCMOS 10 MP. Осуществлялся подсчет процентного содержания организмов при помощи таблиц М. С. Швецова (Швецов, 1958).

С учетом всех полученных литологических и палеонтологических данных проводилось описание карбонатного массива с использованием следующих терминов: органогенная постройка, фации банки, биострома, биогерма и рифа (Журавлева и др., 1990).

Генетические типы известняков

Палеонтологическое и литологическое изучение верхнетриасовых известняков на горе Сахарная позволило выделить литотипы известняков, соответствующие трем генетическим типам: биогенные, биохемогенные и механогенные (рис. 2, табл. 1).

Биогенные известняки

Биогенные известняки представлены цельноскелетными и детритовыми литотипами.

Среди цельноскелетных известняков выделяются биогермные и цельнораковинные. Биогермные известняки (рис. 3, а—д) — это известняки, образовавшиеся в результате жизнедеятельности прикрепленных организмов, способных создавать каркас, которые сохраняются на месте обитания в прижизненном положении. Для органогенных известняков в пределах массива горы Сахарная характерны светлая окраска, массивность, текстурная неоднородность и высокое разнообразие организмов рифостроителей. Часто наблюдаются инкрустационные структуры, типичные для пород рифового происхождения. Они имеют пятнистое распределение по массиву. Разновидности ор-

Таблица 1. Генетические типы известняков

Table 1. Genetic types of limestones

Генетические группы отложений Genetic sedimental groups	Литологические разновидности Lithological varieties	
Биогенная Biogenic	Цельноскелетные Integral skeletal	<p>Биогермные / bioherm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - коралловые / coral, - водорослево-губково-коралловые / algae-sponge-coral, - микробильно-водорослевые / microbial algae, - политаксонные / polytaxon <p>Цельнораковинные / whole shell:</p> <ul style="list-style-type: none"> - мегалодоновые / megalodon
	Детритовые Detrital	<ul style="list-style-type: none"> - мшанково-криноидные / bryozoan-crinoidal - полидетритовые / polydetrital - шламовые / slurry
Биохемогенная Biochemogenic	Сфероагрегатные Spherous-aggregate	Пизолитовые Pisolitic
Механогенная Mechanogenic	Обломочные Clastic	Пелитоморфно-брекчиевидные Pelitomorphic-breccia

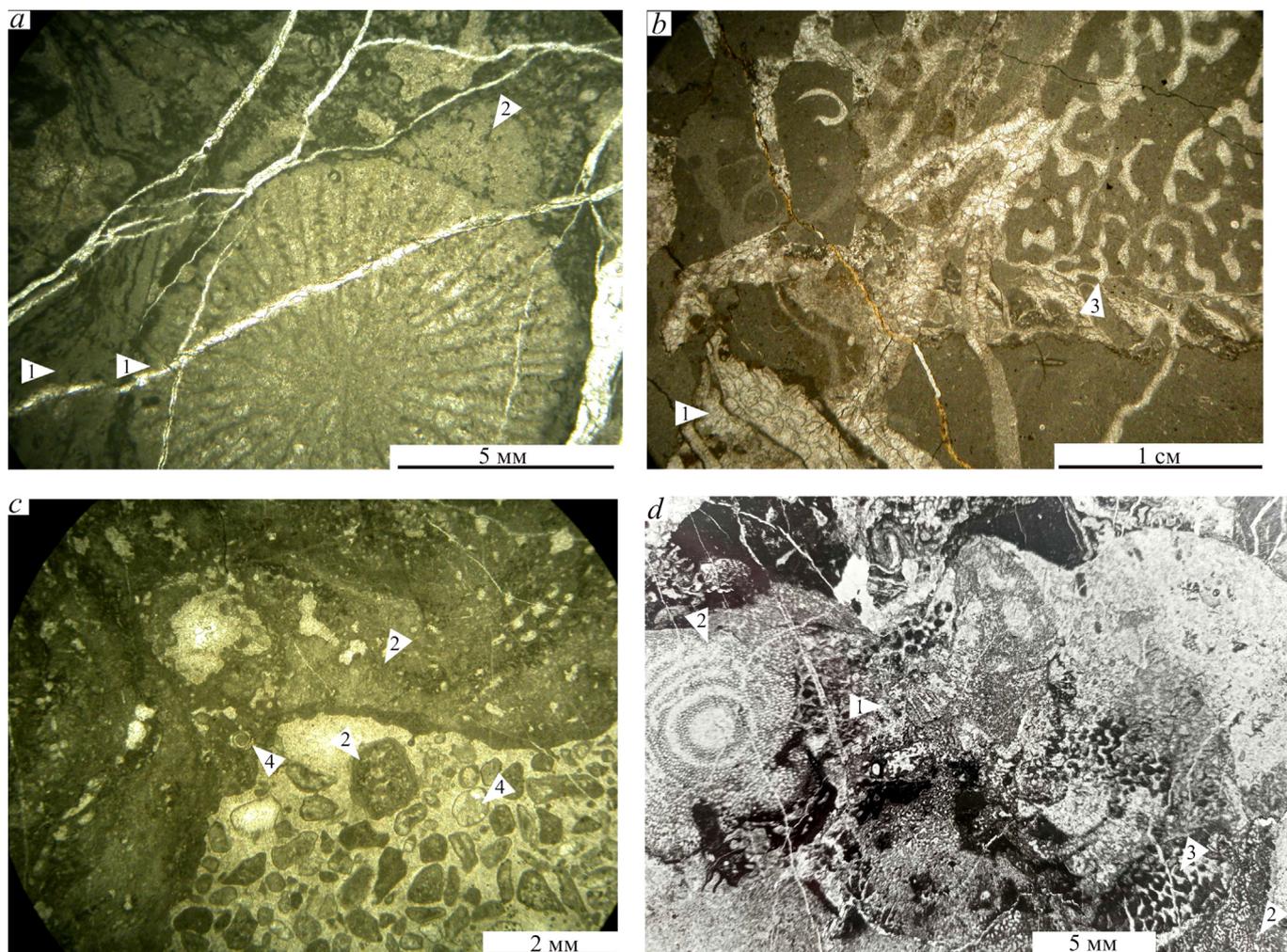


Рис. 3. Биогенные известняки (Дальнегорский район, гора Сахарная): *a* — коралловый известняк, коралл *Margarosmilia cultus* Punina, обр. № 229/184, фрагмент поперечного сечения кораллита, увел. 5, верхненорийский подъярус; *b* — водорослево-губково-коралловый известняк, обр. № 460-20, средненорийский подъярус; *c* — микробально-водорослевый известняк, обр. № 460-101, норийский подъярус; *d* — политаксонный известняк, обр. № 460, верхненорийский подъярус. Стрелками обозначены: 1 — кораллы, 2 — водоросли, 3 — губки, 4 — фораминиферы

Fig. 3. Biogenic limestones (Dalnegorsk district, Sakharnaya Mountain): *a* — coral limestone, coral *Margarosmilia cultus* Punina, sample 229/184, fragment of a cross-section of corallite, Upper Norian; *b* — algal-sponge-coral limestone, sample 460-20, Middle Norian; *c* — microbial-algal limestone, sample 460-101, Norian; *d* — polytaxon limestone, sample 460, Upper Norian. Arrows indicate: 1 — corals, 2 — algae, 3 — sponges, 4 — foraminifera

ганогенных известняков выделены по преобладающим органогенным остаткам, процентное содержание которых определялось по площади, занятой ими вместе с внутренними полостями известняков. В составе биогермных выделяются *коралловые, водорослево-губково-коралловые, микробально-водорослевые и политаксонные разновидности.*

Коралловые известняки (рис. 3, *a*) встречаются в средней и верхней частях массива и слагают фации биогерма и рифового ядра. Их мощность — от 0.5 до 5 метров. В основном известняки светло-серые, с темными пятнами, содержат целые кораллы и их фрагменты. Ископаемые остатки кораллов составляют около 40 % породы. Рифостроящие кораллы — как и все организмы, интенсивно накапливающие известь, лучше развиваются в зоне тропического мелководья в прозрачной воде, ярком освещении солнца в полосе активного волнения (Рейман, 1965). Для кораллов циркуляция воды необходима как поставщик пищи и кислорода, а также для смыва осадков с поверхности ко-

лоний. В этих известняках также многочисленны остатки водорослей, фораминифер, губок, моллюсков. Для биостромовых фаций характерно в основном присутствие одиночных форм кораллов таких родов, как *Coryphyllia, Margarophyllia* и колониальных форм, создающих дендроидные и цериоидные формы, представленных родами *Volzeia, Pachysolenia, Cerioheterastraea*. Кораллы фаций биогерма представлены многочисленными колониальными дендроидными, тамнастероидными, цериоидными формами. Среди них роды *Palaeastraea, Distichomeandra, Retiophyllia, Stylophyllum, Margarosmilia, Heterastraea*. В строении ядра рифа решающая роль принадлежит кораллам, среди которых преобладают *Gablonzeria, Retiophyllia, Distichomeandra, Margarosmilia, Toechastraea, Astraeomorpha*. Сравнимая коралловые комплексы горы Сахарная с таковыми других регионов, обнаружили близкое сходство на родовом и даже видовом уровнях в Японии, Юго-Восточном Китае, Юго-Восточном Памире и Доломитовых Альпах.



Водорослево-губково-коралловые известняки (рис. 3, *b*) образуют линзы мощностью 2–8 метров, расположенные в средней и нижней части горы. Они представлены серыми и темно-серыми массивными известняками, состоящими из фрагментов водорослей, гидроидных полипов, кораллов, губок, фораминифер. Кораллы составляют 10 % от общего количества всех организмов. Наблюдается чередование участков, сложенных одними водорослями, и совместного нахождения водорослей, кораллов, гидроидных полипов, мшанок, губок и различных рифолюбивых организмов при главенствующей роли водорослей. Моллюски представлены разрозненными скоплениями. Ископаемые органические остатки сцементированы спаритовым и крустификационным цементом.

Микробиально-водорослевые известняки (рис. 3, *c*) представлены серыми и светло-серыми разностями, образованными органогенными остатками, сцементированными спаритовым цементом. Органические остатки представлены водорослями, мшанками, криноидеями, моллюсками. Присутствуют микросгустки пе-

литоморфного кальцита и округлые образования с концентрической внутренней структурой. Размеры округлых образований от 0.5 до 2.0 мм, внутри иногда присутствуют обломки раковин фораминифер, моллюсков или зерна минералов. Состав и морфология организмов указывает, что эти известняки образовались в мелководных условиях фотической зоны.

Политаксонные известняки (рис. 3, *d*) образуют пачки мощностью 2–10 метров, сложенные остатками разнообразных ископаемых организмов-каркасообразителей — кораллов, водорослей, гидроидных полипов, мшанок, среди которых трудно выделить главенствующие организмы. Эти известняки имеют изменчивый состав организмов, крупнопятнистую текстуру. Распространены в верхней части постройки, в зоне предполагаемого волнолома.

К цельнораковинным известнякам относятся **мегалодоновые разности** (рис. 4, *a*). Они плотные, светло-серые до черных, сложенные неокатанными обломками рифостроящих организмов и почти целыми раковинами моллюсков, фораминифер, сцементирован-

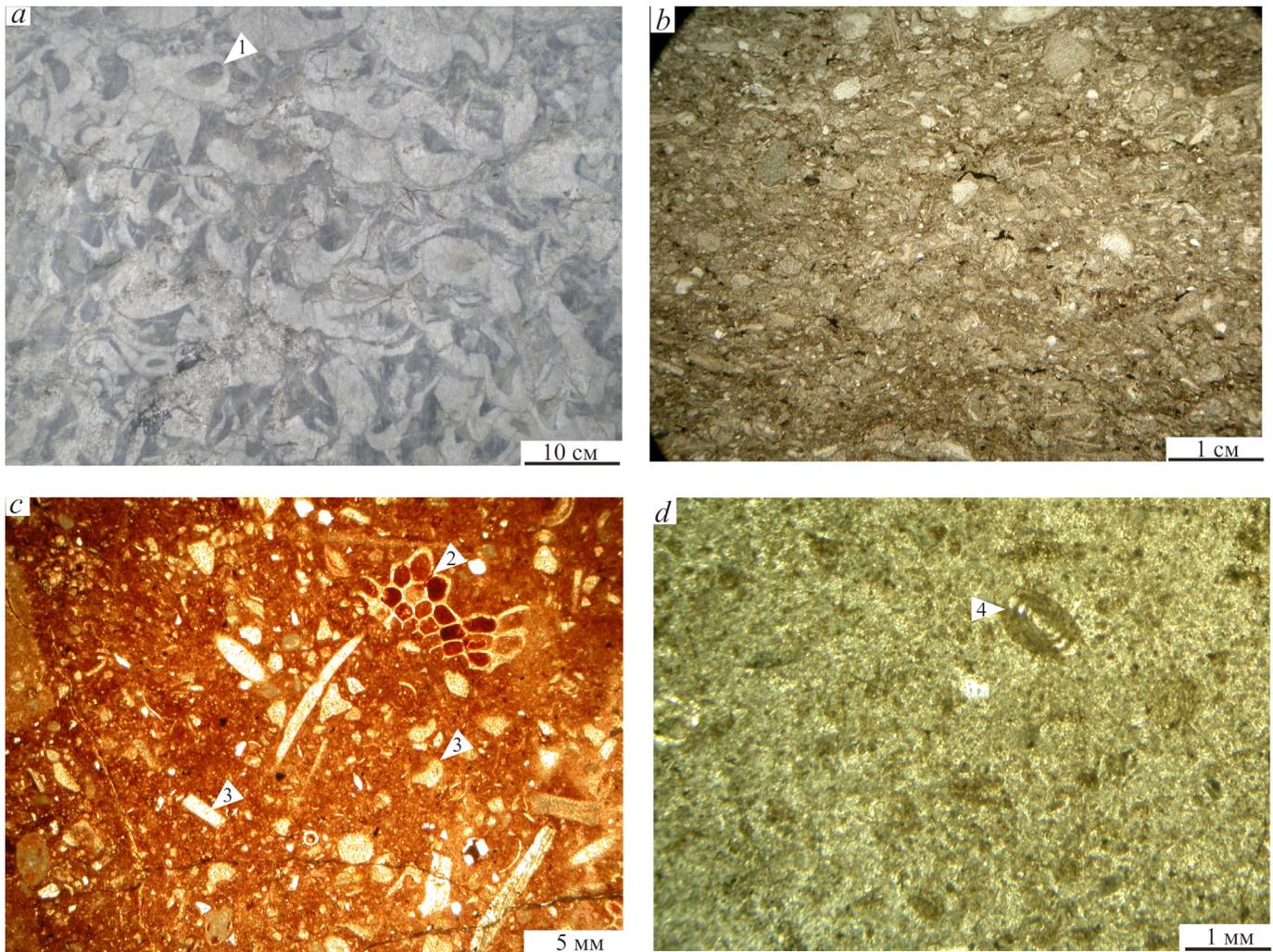


Рис. 4. Биогенные известняки (Дальнегорский район, гора Сахарная): *a* — мегалодоновый известняк, обр. № 461-10, карнийский подъярус; *b* — мшанково-криноидный известняк, обр. № 460-43, норийский подъярус; *c* — полидетритовый известняк, обр. № 460-70, верхненорийский подъярус; *d* — шламовый известняк, обр. № С38, норийский подъярус.

Стрелками обозначены: 1 — мегалодонтиды, 2 — мшанки, 3 — обломки криноидей, 4 — фораминиферы

Fig. 4. Biogenic limestones (Dalnegorsk district, Sakharnaya Mountain): *a* — megalodon limestone, sample 461-10, Carnian; *b* — bryozoan-crinoid limestone, sample 460-43, Norian; *c* — polydetrite limestone, sample 460-70, Upper Norian; *d* — slurry limestone, sample C38, Norian. Arrows indicate: 1 — megalodontids, 2 — bryozoan, 3 — fragments of crinoids, 4 — foraminifera

ных пелитоморфным кальцитом, составляющим более половины породы. Толстостенные *Neomegalodon* сложены крупнокристаллическим кальцитом и почти не поддаются препарировке. Присутствие крупных неокатанных раковин (до 90 %) указывает на их местное происхождение.

Детритовые известняки (рис. 4, *b–c*) сложены обломками скелетных организмов. В зависимости от крупности обломочного материала и от степени его окатанности они разделяются на мшанково-криноидные, полидетритовые и шламовые литотипы.

Мшанково-криноидные известняки (рис. 4, *b*) встречаются в средних частях массива небольшими по площади участками, измеряемыми от одного до двадцати метров. Это плотные темно-серые известняки, содержащие целые формы и обломки мшанок и криноидей. Кроме того, наблюдаются обрастающие водоросли в форме темных каемок на обломках криноидов, реже мшанок. Присутствует детрит, состоящий из обломков мшанок, криноидей, водорослей, фораминифер и редких спикул губок.

Полидетритовые известняки (рис. 4, *c*) встречаются прослоями и линзами размером от 5 сантиметров до трех метров. Они светло-серые до темно-серых, состоят из обломков кораллов, губок, водорослей, моллюсков. Обломки несортированные и, как правило, остроугольные. Карбонатный, карбонатно-глинистый цемент заполняет пространство между обломками. В нижней части постройки размер обломочного материала становится меньше, появляется окатанность и небольшая сортировка материала. Органогенно-обломочные известняки являются продуктом разрушения органогенной постройки и представляют фации склона.

Шламовые известняки (рис. 4, *d*) — плотные, от темно-серых до черных разностей, сложены мелкими обломками неопределимых организмов, сцементированных кальцитом. Известняки образуют линзы среди других типов известняков; размеры линз от 5 до 30 см.

Биохеогенные известняки

Биохеогенные известняки (рис. 5, *a*) образовались благодаря совместному действию бактерий, водорослей и химических процессов. Среди них выделены сфероагрегатные — **пизолитовые литотипы**.

Пизолитовые известняки (рис. 5, *a*) состоят из пизолитов размером 0.5–12.0 мм, в ядрах которых иногда находится остаток организма. Обычно это мелкие обломки рифостроителей и раковин моллюсков, а также фораминиферы. Ядра пизолитов сложены тонкозернистой массой и окружены концентрическими слоями кальцита. Встречаются и крупные сложные пизолиты, внутри общей оболочки которых заключены мелкие обломки организмов и зерна кальцита. Наиболее распространен мелкопизолитовый известняк, состоящий из одинаковых по величине и форме пизолитов. Пизолитовые известняки данного массива наиболее распространены и встречаются в основном в центральной части массива большими площадями, площадь их распространения от 20 до 50 метров. Иногда прослои мелко и крупнопизолитовых известняков чередуются.

Среди механогенных известняков выделены обломочные: **пелитоморфно-брекчиевые литотипы** (рис. 5, *b*). Они встречены в средней части постройки и представлены темно-серыми породами, состоящими на 90 % из пелитоморфной массы, в которой рассеян биокластовый материал и местами отмечаются признаки брекчирования (периодического волнового взламывания донных осадков). Биокластовый материал представлен мелкими неокатанными обломками криноидей, мшанок, водорослей, остракод.

Развитие органогенной постройки

В строении массива прослеживаются четыре стадии развития (Пунина, 1987; 1999).

Стадия I характеризуется накоплением раковин организмов, которые образовали основание органогенной постройки (банку). Под ископаемой банкой понимаются карбонатные образования, сформирован-

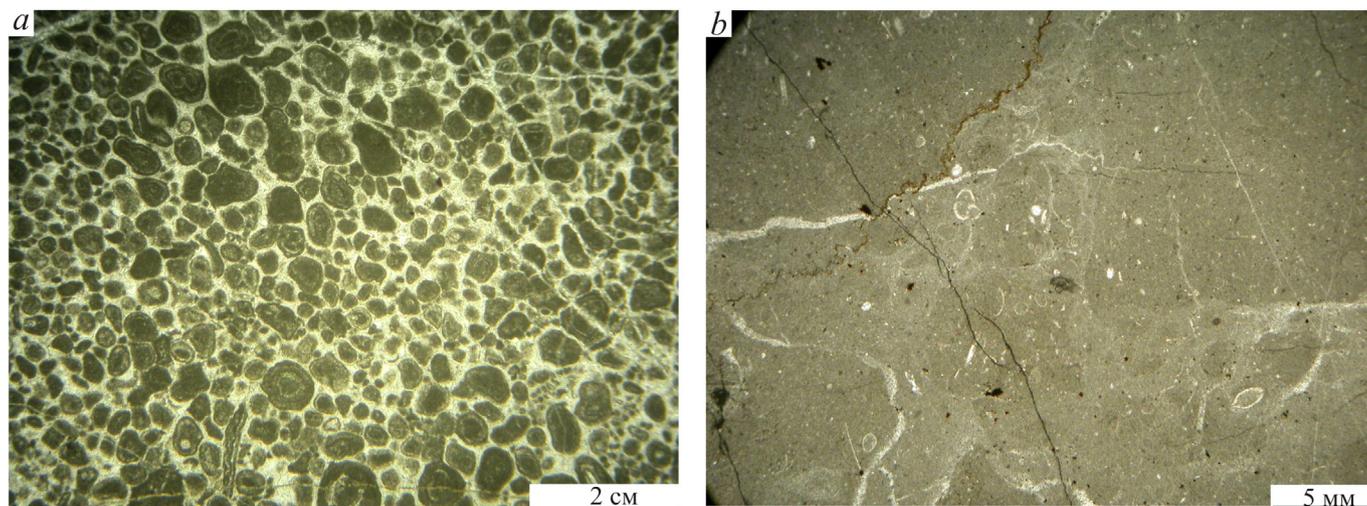


Рис. 5. Биохеогенные и механогенные известняки (Дальнегорский район, гора Сахарная): *a* — биохеогенный пизолитовый известняк, обр. № С88, норийский подъярус; *b* — механогенный пелитоморфно-брекчиевый известняк, обр. № 460-18, норийский подъярус

Fig. 5. Biochemogenic and mechanogenic limestones (Dalnegorsk district, Sakharnaya Mountain): *a* — biochemogenic pisolite limestone, sample C88, Norian; *b* — mechanogenic pelitomorphic-breccia limestone, sample 460-18, Norian



ные бентосными организмами, которые захоронились на месте обитания, но не создавали устойчивого каркаса, способного возвышаться над уровнем моря. Крупные двустворчатые моллюски мегалодонтиды сформировали пачку известняков мощностью от 2 до 3 метров. Остатки организмов встречаются как в виде обломков, так и целыми скелетами. Сохранность остатков хорошая, можно предполагать, что они сохранились практически на месте обитания, ниже базиса действия волн. Выше по разрезу эти фации сменяются темно-серыми известняками с остатками гастропод и двустворок.

Стадия II характеризуется развитием небольших лугов, которые после отмирания формировали каркасные постройки — биостромы, размером от первых десятков сантиметров до двух метров. Сложены они в основном водорослями, гидроидными полипами, кораллами и разнообразными моллюсками, фораминиферами. Форма биостромов изометричная или линзовидная. При прослеживании сообществ по простиранию наблюдается постоянное количественное преобладание водорослей и губок над другими каркасостроителями. Кораллы представлены небольшим количеством слабветвистых форм. Биостромом считается слоистая линзовидная органогенная постройка, состоящая из каркасообразующих организмов и не выделяющаяся над прилегающими синхронными образованиями (Журавлёва, 1990; Корольок и др., 1975).

На стадии III происходит формирование биогермного массива. Средняя часть постройки сложена простыми биогермами различной формы и размеров. Мощность биогермов меняется от 3 до 20 метров, и представлены они округлыми и куполовидными формами. Наиболее крупные биогермы — мощностью до 20 метров — развиты в центральной части органогенного карбонатного массива, а в краевых частях наблюдаются небольшие. В составе биогермов преобладают каркасные известняки, содержащие большое количество остатков кораллов, губок, гидроидных полипов, мшанок, брахиопод, водорослей, моллюсков. Наиболее многочисленны в данной фации ветвистые колонии кораллов *Margarosmia cultus* Punina, *Retiophyllia buonamici* (Stoppani), *Volveia subdichotoma* (Munster). Кораллы образуют заросли, и в пространствах между ветвями колоний располагаются представители других групп бентоса: мшанки, моллюски, брахиоподы, гидроидные полипы, водоросли и другие. Небольшая примесь детритового материала заполняет промежутки между скелетными частями организмов.

На стадии IV происходит формирование рифа. Риф — сложная органогенная постройка, состоящая из совокупности рифовых фаций (отложения лагуны, склона, рифового ядра, рифового плато) (Журавлёва, 1990; Корольок и др., 1975). Фация рифового ядра характеризуется большим количеством кораллов *Retiophyllia buonamici* (Stoppani), *Retiophyllia norica* (Frech), *Retiophyllia fenestrata* (Reuss), *Primorodendron improvisum* Punina, *Toechastraea plana vesiculosa* Melnikova, *Astraeomorpha crassisepta* (Reuss), стелющихся водорослей; многочисленны следы сверлильщиков. Остатки моллюсков, иглокожих, губок часто покрыты микритовым ободком, связанным с активностью водорослей, формирующего каркас, который характерен для стабильных мелководных сред с активной циркуляцией водной среды.

Фации рифового ядра имеют небольшую площадь распространения. В направлении к внутренней стороне волнореза они замещаются отложениями лагуны. Внутренняя лагуна — участок, отгороженный от наиболее активного действия морских вод. Лагунная фация характеризуется пизолитовыми и пелитоморфными известняками. Органических остатков в ней немного. Это гастроподы, двустворчатые моллюски, фораминиферы, иглокожие. Фации внутренней лагуны являются наиболее распространенными. Кроме фаций закрытой лагуны в рифе представлены фации, типичные для открытой лагуны. Это хорошо отсортированный пелоидный известняк с дазикладиевыми водорослями, иглокожими, моллюсками. Отложения склона представлены органогенно-обломочными породами. В основном это несортированные известняки с обломками и целыми скелетами организмов.

Изучение всех частей органогенной постройки по простиранию и по вертикали позволяет предположить, что в период развития наблюдалось постепенное изменение уровня дна моря. В спокойных глубоких водах возникали банковые поселения организмов. В период образования отдельных биостромов условия менялись с глубоководных на более мелководные. При такой обстановке рифостроящая деятельность организмов активизировалась, в результате чего возникали биостромы, биогермы и риф.

Рост органогенной постройки происходил путем непрерывного и последовательного нарастания активно живущих каркасных организмов на твердую поверхность, образованную скелетными остатками уже отмерших организмов и продуктов их разрушения. Основание первичных каркасных сооружений постепенно засыпалось синхронными рыхлыми осадками. Но в рельефе дна продолжали выступать вершины, более активно живущие части постройки. Со временем рифообразование прекратилось и постройка превратилась в изолированное геологическое тело органогенных известняков.

Заключение

Авторы не являются принципиальными противниками экзотических глыб. Они имеются в Дальнегорском районе, но известняки горы Сахарная к ним не относятся. С точки зрения авторов, известняки горы Сахарная — это сложная органогенная постройка, в большинстве случаев сохранившая свою первичную целостность, о чем свидетельствует в первую очередь стадийность образования от простого к сложному. Литологические и палеонтологические данные свидетельствуют, что данная органогенная постройка прошла четыре стадии развития. Рифообразованию предшествовало формирование банок, выше которых образовывались вначале разрозненные сооружения типа биостромов и биогермов. Со временем они стали более частыми и сближенными и в дальнейшем приобрели признаки рифа.

О стадийности развития постройки также свидетельствуют наличие рифостроителей и рифолюбов, последовательная смена палеосообществ. Исследованиями авторов подтверждается рифогенная природа известняков горы Сахарная. Впервые были выделены и описаны генетические типы известняков.



Авторы выражают благодарность и признательность анонимным рецензентам за уделённое внимание и ценные советы, помогающие улучшить содержание статьи. Работа выполнена в рамках темы НИР ДВГИ ДВО РАН (№ 0270-2016-0001).

Литература / References

- Баранов А. Ф. и др. Геологическое строение восточной части Лифутзинского района // Материалы по геологии и оловоносности восточных районов СССР. М.: Госгеолиздат, 1952. С. 152—160.
- Baranov A. F. et al. *Geologicheskoye stroyeniye vostochnoy chasti Lifutzinskogo rayona. Materialy po geologii i olovo-nosnosti vostochnykh rayonov SSSR* (Geological structure of the eastern part of the Lifutzinsky region. Materials on geology and tin content of the eastern areas of the USSR). Moscow: Gosgeolizdat, 1952, pp. 152—160.
- Бурый И. В. Некоторые виды конодонтов из известняков тетюхинской свиты // Новое в геологии Дальнегорского рудного района. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 37—47.
- Bury I. V. *Nekotoryye vidy konodontov iz izvestnyakov tetyukhinskoy svity. Novoye v geologii Dal'negorskogo rudnogo rayona* (Some types of conodonts from limestones of the Tetyukhinskaya suite. New in geology of the Dalnegorsk ore region). Vladivostok: Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR, 1984, pp. 37—47.
- Бурый И. В., Жарникова Н. К. Возраст карбонатных толщ тетюхинской свиты Дальнегорского района (Приморье) // Советская геология. 1981. № 3. С. 76—80.
- Bury I. V., Zharnikova N. K. *Vozrast karbonatnykh tolshch tetyukhinskoy svity Dal'negorskogo rayona (Primor'ye)* (The age of the carbonate strata of the Tetyukhinskaya suite in the Dal'negorsk region (Primor'ye)). *Sovetskaya Geologiya*, 2014, V. 1981, No. 3, pp. 76—80.
- Волярович Г. П., Скороход В. З. Краткий геологический очерк горной области Сихотэ-Алиня // Тр. Дальневост. гидрогеод. треста. 1935. Вып. 65. 30 с.
- Volarovich G. P., Skorokhod V. Z. *Kratkiy geologicheskiy ocherk gornoy oblasti Sikhote-Alinya* (Brief geological outline of the Sikhote-Alin mountain region). Proc. Far East. Hydrogeodes. Trust, 1935, 65, 30 p.
- Вукс В. Я., Пунина Т. А. Позднетриасовые фораминиферы юга Дальнего Востока // Региональная геология и металлогения. 2018. № 74. С. 71—77.
- Vuks V. Ya., Punina T. A. *Pozdnetriasovyye foraminifery yuga Dal'nego Vostoka* (Late Triassic foraminifers of the south of the Far East) *Regional geology and metallogeny*, 2018, No. 74, pp. 71—77.
- Гурулев Ю. Т., Пальгужева М. Ф. Новые данные о юрских отложениях Тетюхинского района // Инф. сб. ПГУ. Владивосток: Дальневосточное кн. изд-во, 1964. № 5. С. 27—29.
- Gurulev Yu. T., Palguzheva M. F. *Novyye dannyye o yurskikh otlozheniyakh Tetyukhinskogo rayona* (New data on the Jurassic deposits of the Tetyukhinsky region), Inf. book of PSU., Vladivostok: Far Eastern publishing house, 1964, No. 5, pp. 27—29.
- Голозубов В. В., Ханчук А. И., Кемкин И. В., Панченко И. В. Таухинский и Журавлевский террейны (Южный Сихотэ-Алинь): Препринт. Владивосток: ДВО РАН. 1992. 82 с.
- Golozubov V. V., Khanchuk A. I., Kemkin I. V., Panchenko I. V. *Taukhinskiy i Zhuravlevskiy terreyny (Yuzhnyy Sikhote-Alin')* (Taukha and Zhuravlev terranes (Southern Sikhote-Alin)): Preprint. Vladivostok: FEB RAS, 1992, 82 p.
- Журавлева И. Т., Космынин В. Н., Кузнецов В. Г., и др. Современные и ископаемые рифы. Термины и определения. М.: Недра, 1990. 183 с.
- Zhuravleva I. T., Kosmynin V. N., Kuznetsov V. G., et al. *Sovremennyye i iskopayemyye rify. Terminy i opredeleniya* (Recent and fossil reefs. Terms and Definitions). Moscow: Nedra, 1990, 183 p.
- Кемкин И. В. Геодинамическая эволюция Сихотэ-Алиня и Япономорского региона в мезозое. М.: Наука, 2006. 258 с.
- Kemkin I. V. *Geodinamicheskaya evolyutsiya Sikhote-Alinya i Yaponomorskogo regiona v mezozoye* (Geodynamic evolution of the Sikhote-Alin and the Sea of Japan region in the Mesozoic). Moscow: Science, 2006, 258 p.
- Королюк И. К., Михайлова М. В., Равикович А. И., Краснов Е. В., Кузнецов В. Г., Хатьянов Ф. И. Ископаемые органогенные постройки, рифы, методы их изучения и нефтегазоносность. М.: Наука, 1975. 236 с.
- Korolyuk I. K., Mikhailova M. V., Ravikovich A. I., Krasnov E. V., Kuznetsov V. G., Khatyanov F. I. *Iskopayemyye organogennyye postroyki, rify, metody ikh izucheniya i neftegazonosnost* (Fossil organogenic structures, reefs, methods of their study, and oil and gas potential). Moscow: Science, 1975, 236 p.
- Красилов В. А., Парняков В. П. Рудоносная тетюхинская свита – олистостромовый комплекс // ДАН СССР. 1984. Т. 277. № 3. С. 669—671.
- Krasilov V. A., Parnyakov V. P. *Rudonosnaya tetyukhinskaya svita – olistostromovyy kompleks* (Ore-bearing Tetyukhinskaya suite – olistostrom complex). *Doklady Earth Sciences*, 1984, V. 277, No. 3, pp. 669—671.
- Моисеев А. С. О кораллах и других организмах из известняков Приморской области (в бассейне р. Тетюхе) // Тр. Геол. и минерал. об-ва естеств. Ленингр. отд. Л., 1951. Т. 83, вып. 2. С. 208—237.
- Moiseev A. S. *O korallakh i drugikh organizmakh iz izvestnyakov Primorskoy oblasti (v basseyne r. Tetyukhe)* (On corals and other organisms from limestones of the Primorsky region (in the Tetyukha river basin). Proc. of geol. and mineral. natural. society, Leningrad department, Leningrad, 1951, V. 83, 2, pp. 208—237.
- Пунина Т. А. О кораллах и рифовых постройках триаса Приморья // Проблемы биостратиграфии перми и триаса Востока СССР. Владивосток: ДВНЦ, 1987. С. 74—76.
- Punina T. A. *O korallakh i rifovykh postroykakh triasa Primor'ya. Problemy biostratigrafii permi i triasa Vostoka SSSR* (On corals and reef structures of the Triassic of Primorye. In: Problems of Biostratigraphy of the Permian and Triassic of the East of the USSR). Vladivostok: FESC, 1987, pp. 74—76.
- Пунина Т. А. Триасовые склерактинии в органогенных постройках Дальнегорского района (Сихотэ-Алинь). Владивосток: Дальнаука, 1999. 128 с.
- Punina T. A. *Triasovyye skleraktinii v organogennykh postroykakh Dal'negorskogo rayona (Sikhote-Alin')* (Triassic scleractinia in organogenic structures of the Dalnegorsk region (Sikhote-Alin)). Vladivostok: Dalnauka, 1999, 128 p.



- Радкевич Е. А. Геология свинцово-цинковых месторождений Приморья // Тр. ИГЕМ. 1960. Вып. 34. С. 37–54.
Radkevich E. A. *Geologiya svintsovo-tsinkovykh mestorozhdeniy Primor'ya* (Geology of lead-zinc deposits in Primorye), Proc. IGEM, 1960, 34, pp. 37–54.
- Рейман В. М. Герматипные и агерматипные кораллы // Склерактинии мезозоя СССР. Вып. 4. М.: Наука, 1965. С. 14–19.
Reiman V. M. *Germatipnyye i agermatipnyye korally* (Hermtypic and agermatypic corals). In: Scleractinia of the Mesozoic of the USSR. Issue 4, Moscow: Nauka, 1965, pp. 14–19.
- Ханчук А. И., Панченко И. В., Кемкин И. В. Геодинамическая эволюция Сихотэ-Алиня и Сахалина в палеозое и мезозое: Препринт. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. 56 с.
Khanchuk A. I., Panchenko I. V., Kemkin I. V. *Geodinamicheskaya evolyutsiya Sikhote-Alinya i Sakhalina v paleozoye i mezozoye* (Geodynamic evolution of Sikhote-Alin and Sakhalin in the Paleozoic and Mesozoic): Preprint. Vladivostok: FEB AS USSR, 1988, 56 p.
- Швецов М. С. Петрография осадочных пород. 3-е изд., перераб и доп. М.: Госгеолтехиздат, 1958. 416 с.
Shvetsov M. S. *Petrografiya osadochnykh porod* (Petrography of sedimentary rocks). 3rd ed., revised and additional. Moscow: Gosgeoltekhizdat, 1958, 416 p.
- Peypotty G., Rigaud S., Kemkin I., Martini R. // Sedimentology and biostratigraphy of upper Triassic atoll-type carbonates from the Dalnegorsk area, Taukha terrane, far East Russia // Global and Planetary Change. 2020. № 184. P.1–24. DOI: [10.1016/j.gloplacha.2019.103072](https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.103072)
- Weigel O. Ueber einige erzlagerstaetten am Sichota-Alin in Ostsibirien. Neues Jahrb. Mineral., Geol., Palaeontol. 1914. Vol.37. P. 653–738.

Поступила в редакцию / Received 07.04.2023