DOI: 10.30911/0207-4028-2021-40-2-39-54

УДК 551.761: 551.762: 5.14 (265.54)

МЕЗОЗОЙСКИЕ РАДИОЛЯРИИ ИЗ РИТМИЧНО-СЛОИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОСТРОВОВ АРХИПЕЛАГА РИМСКОГО-КОРСАКОВА (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ) И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦЫ ТРИАСА И ЮРЫ

О.Л. Смирнова, Е.А. Бессонова, Т.А. Емельянова

ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Балтийская 43, г. Владивосток, 690041; e-mail: smirnova@poi.dvo.ru

Поступила в редакцию 03 февраля 2020 г.

Приведены результаты биостратиграфического исследования на базе радиоляриевого анализа ритмично-слоистых терригенных отложений островов архипелага Римского-Корсакова (залив Петра Великого, Японское море). Эти отложения наиболее близки к среднезернистым (по [21]) турбидитам. Впервые в районе исследований получено обоснование распространения и стратиграфического расчленения пограничных отложений верхнего триаса и нижней юры, разделённых маркирующим слоем. На основе сопоставлений с изохронными зональными подразделениями Тихоокеанской и Тетической областей в верхнетриасовых отложениях изученных разрезов выделены слои с Globolaxtorum tozeri (верхний рэт), а в нижнеюрских прослежена зона Pantanellium tanuense Zone (геттанг) и выделены слои с Parahsuum simplum (синемюр-плинсбах).

Ключевые слова: радиолярии, мезозой, триас, юра, острова Римского-Корсакова, залив Петра Великого, Японское море.

введение

Район исследований включает в себя острова архипелага Римского-Корсакова (рис. 1), расположенные в западной части залива Петра Великого (ЗПВ), омывающего южное побережье Приморского края. Представления о стратиграфии осадочных образований, распространённых в этом районе, до недавнего времени базировались на результатах геологического картирования второй половины прошлого века [5-7, 12-14, 18 и др.] с внесением некоторых дополнений и изменений при последующем изучении этой территории. Осадочные отложения островов архипелага Римского-Корсакова рассматривались как южное продолжение тех геологических комплексов позднего палеозоя, которые развиты на полуострове Муравьева-Амурского, прилегающих к нему островах, а также на северо-западном побережье ЗПВ (в районе с. Барабаш). Согласно применяемым на практике [например, 23, 24 и др.] палеотектоническим реконструкциям последних десятилетий, указанные палеозойские комплексы являются частью доюрских террейнов [6], которые на Тектонической схеме Сихотэ-Алиня и прирегиональной структуры Бурея-Цзямусы-Ханкайского супертеррейна [9] (= Бурея-Ханка-Цзямусы супертеррейн или суперконтинент по [26]). Первоначально, на основании литологического сходства, но без палеонтологического обоснования, рассматриваемые отложения были отнесены к верхнепермской владивостокской свите (острова Большой Пелис и Матвеева), а отложения западной группы островов входили в состав верхнепермской чандалазской свиты [4]. Позже указанные отложения были включены в состав пермской (богорско-кубергандинской) решетниковской свиты [5, 7, 10, 23 и др.]. Однако находка в коренном выходе кремнисто-терригенных отложений на юговосточном побережье о. Большой Пелис (рис. 1, разрез 3) мезозойских радиолярий из семейства Ruesticyrtiidae (Triassocampe), появившегося в среднем триасе (анизий) и вымершего в середине позднего триаса (ранний норий), поставила под сомнение распространение исключительно пермских осадочных образований на островах архипелага Римского-Корсакова [8]. Уточнение литологических характеристик ритмичнослоистых терригенных отложений островов Матвеева

легающих территорий входят в гетерогенный состав



Рис. 1. Район исследований и местоположение изученных разрезов островов архипелага Римского-Корсакова, залив Петра Великого, Японское море.

1 – разрез о. Матвеева, 2 – разрез на юго-западном побережье о. Большой Пелис, 3 – разрез на юго-восточном побережье о. Большой Пелис.

и Большой Пелис на следующем этапе исследований позволили отметить их близость к дистальными фациями турбидитов (по [61]). А первые результаты радиоляриевого анализа показали их принадлежность к пограничным образованиям триаса и юры. Но из-за недостаточности полученных данных предварительное стратиграфическое расчленение этих отложений было проведено без палеонтологического обоснования точного проведения границы между триасовыми и юрскими отложениями изученных разрезов [20].

Установление распространения микропалеонтологически охарактеризованных терригенных отложений этого пограничного интервала в районе исследований открыло перспективы обоснования границы триаса и юры по данным радиоляриевого анализа и в тех разрезах терригенных отложений Сихотэ-Алиня, где эта граница до последнего времени проводилась условно [18, 22, 23 и др.]. Следует отметить, что основная сложность стратиграфического разграничения терригенных отложений конца верхнего триаса и самого начала нижней юры Сихотэ-Алиня обусловлена тем, что на этой территории не выявлено разрезов, в достаточной мере насыщенных ископаемой макрофауной или флорой вблизи данного рубежа. Обычно палеонтологически охарактеризованные, но литологически близкие слои верхнетриасовых и нижнеюрских терригенных отложений разобщены «немыми» интервалами разрезов или контактируют по разрывным нарушениям.

Уровень биостратиграфического потенциала радиоляриевого анализа, который базируется на тестировании максимального объёма доступных данных о глобальном распространении мезозойских радиолярий в отложениях всех (от мелководных и до глубоководных) фаций и применении Метода Унитарных Ассоциаций [31, 33, 34, 38, 49 и др.], позволяет радиоляриям быть самостоятельными индикаторами не только обоснования возраста, но и зонального расчленения вмещающих отложений. И эта возможность использована нами в ходе дальнейших исследований в районе, где радиолярии являются единственной группой фоссилий, применимой для проведения детальных стратиграфических построений на основе широких межрегиональных корреляций. На последнем этапе наших исследований проведено обобщение и сравнительный анализ всех имевшихся и дополнительных (из сборов Е.А. Бессоновой, 2018 г.) данных по сукцессии радиолярий в разрезах ритмичнослоистых отложений островов Матвеева и Большой Пелис. Основной целью этих исследований являлась выработка критериев определения положения границы триаса и юры в разрезах терригенных отложений Сихотэ-Алиня на базе детального расчленения изученных отложений с применением методов радиоляриевого анализа и сопоставлений с радиоляриевыми шкалами, разработанными на основе Метода Унитарных Ассоциаций.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом биостратиграфических исследований послужили образцы и шлифы к ним, отобранные сотрудниками ТОИ ДВО РАН в береговых экспедициях 2016-2018 гг. из разрезов осадочных образований островов архипелага Римского-Корсакова. Наиболее представительный радиоляриевый материал получен из 58-метрового разреза ритмично-слоистых отложений (рис. 1, разрез 1; рис. 2, табл.) на северо-западном побережье о. Матвеева. Он дополнен радиоляриевыми данными из разреза аналогичных, но в большей степени метаморфизованных отложений, вскрытых в отвесном береговом обнажении в юго-западной части о. Большой Пелис (рис. 1, разрез 2; рис. 3, табл.), который расположен в 1.4 км к востоку от о. Матвеева. Во втором местонахождении для опробования доступны только 11.5 метров нижней части разреза.

В зависимости от литологических и структурных особенностей каждого из этих разрезов шаг опробования составлял от 0.1 до 1–2 м в их нижней части, тогда как их верхние части, вскрытые в отвесных ска-

лах, опробовались по мере доступности. Наличие микрофоссилий устанавливалось при просмотре шлифов к каждой из проб (112 шлифов), что позволило отобрать 37 проб для химического препарирования. Параллельно шлифы использовались для петрографических определений вмещающих пород.

Извлечение остатков радиолярий из пород при помощи растворов плавиковой кислоты выполнялось по общепринятой [15, 37 и др.], но несколько модифицированной методике. Оптимальный режим препарирования проб различного литологического состава определялся методом подбора: концентрация растворов варьировалась от 10–15 % до 1–2 %, а продолжительность обработки – от 1–2 до 24 часов. После просмотра отмыва и отбора наиболее перспективных проб их обработка продолжалась в течение не менее 10-ти (а при неудовлетворительной сохранности или малом количестве экземпляров радиолярий в пробе – и более) циклов химпрепарирования.

В результате был выявлен целый ряд новых точек находок фоссилий мезозойских радиолярий. Но, к сожалению, из-за эпигенетических изменений вмещающих отложений они имели преимущественно плохую и/или неудовлетворительную сохранность. Большинство раковинок радиолярий почти утратили диагностические признаки в связи с замещением

Таблица. Координаты изученных разрезов островов Римского-Корсакова.

Район	N₂	Широта	Долгота
	разреза	с.ш.	в.д.
о. Матвеева	1	42°40,685'	131°25,468'
о. Большой Пелис	2	42°38, 611'	131°26,572'
о. Большой Пелис	3	42°38, 672'	131°27,587'



Рис. 2. Общий вид разреза 1, о. Матвеева (фото Н.К. Вагиной).

В кружках указаны номера пачек: 1 – нижняя пачка ритмично-слоистых отложений (среднезернистых, по [21], турбидитов), T_3r^2 – верхний триас, верхний рэт; 2 – средняя пачка осадочных пород со слабо проявленной полосчатостью, обусловленной чередованием переходных разновидностей от собственно песчаников к псаммитовым туфам риолитов, туфоалевролитам и кремнисто-глинистым породам, маркирующий слой; 3 – верхняя пачка ритмично-слоистых отложений (среднезернистых, по [21], турбидитов) литологически близких к отложениям нижней пачки; J_1g -р – нижняя юра, геттанг–плинсбах.



вторичными силикатами, перекристаллизацией, а также полным (слепки внутренних полостей, заполненных вторичными силикатами) или частичным и неравномерным растворением стенок, которые при выделении распадались на мелкие фрагменты, тогда как показывали относительную целостность в шлифах. Как следствие, выделенные объёмные формы не поддавались видовой идентификации. В открытой номенклатуре была определена лишь небольшая часть наиболее сохранившихся раковинок радиолярий, по которым получены дискретные, но недостаточные для уверенных биостратиграфических построений сведения. По мере возможности эти данные использованы в качестве вспомогательного материала к гораздо более информативным данным, полученным при изучении срезов радиолярий в шлифах. Эта методика, подробно изложенная в многочисленных публикациях [11, 25, 27, 28 и др.], имеет общепризнанные ограничения диагностики ископаемых радиолярий. Но, тем не менее, она активно и успешно применяется на практике, так как позволяет провести определения вплоть до видового уровня, выявить таксоны с узким возрастным интервалом и составить общее представление о таксономическом составе комплексов для обоснования возраста вмещающих отложений и проведения корреляций. Для обнаружения микрофоссилий шлифы из всех литологических разновидностей (о. Матвее**Рис. 3.** Общий вид разреза 2, югозападное побережье о. Большой Пелис (фото Н.К. Вагиной).

В кружках указаны номера пачек: 1 – нижняя пачка ритмично-слоистых отложений (среднезернистых, по [21], турбидитов), T_3r^2 – верхний триас, верхний рэт; 2 – средняя пачка осадочных пород со слабо проявленной полосчатостью, обусловленной чередованием переходных разновидностей от собственно песчаников к псаммитовым туфам риолитов, туфоалевролитам и кремнисто-глинистым породам, маркирующий слой; 3 – верхняя пачка ритмично-слоистых отложений (среднезернистых, по [21], турбидитов), литологически близких к отложениям нижней пачки. J_1g -р – нижняя юра, геттанг–плинсбах.

ва – 48 шлифов, о. Большой Пелис – 64 шлифа) просматривались при помощи оптического микроскопа «МикМед 6» при увеличениях ×60–200. Наблюдение деталей внешнего и внутреннего строения, выяснение структуры и мощности стенки, характера пористости, проведение биометрических замеров для реконструкции общей формы раковинок радиолярий, а также фотографирование микрофоссилий производились при увеличении ×300.

Диагностические признаки, выявленные в шлифах, в совокупности с морфологическими особенностями, установленными по результатам изучения объёмных форм, явились источником необходимой информации для определения таксономической принадлежности радиолярий посредством сравнения с таксонами, описанными в хорошо известной обширной литературе по радиоляриям триаса и юры Тихоокеанской [1, 2, 29, 31–35, 38–41, 42, 45, 49–51, 54, 55, 60, 61, 65–67 и др.] и Тетической [36, 43, 44, 52, 57–59 и др.] палеообластей.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Литостратиграфия и биостратиграфия

Разрезы ритмично-слоистых отложений на островах Матвеева и Большой Пелис приурочены к крупным тектоническим блокам осадочных пород

среди вулканогенных образований, которые до последнего времени относились к позднему палеозою. Структуры изученных разрезов нарушены крутопадающими разломами, часть из которых протрассирована дайками основного состава. Но смещения субгоризонтально залегающих осадочных пород вдоль нарушений не критичны и не препятствуют прослеживанию латерального простирания слоёв по их маркирующим признакам. Более значительные затруднения сопряжены с метаморфическими изменениями осадочных пород, вмещающих остатки радиолярий. Как следствие, их преимущественно неудовлетворительная сохранность существенно ограничила возможность установления наиболее полного таксономического состава комплексов и применения статистических методов. Тем не менее, полученных ограниченных данных по сукцессии радиолярий достаточно для подтверждения непрерывности изученных разрезов, а также обоснования возраста вмещающих отложений и проведения их стратиграфического расчленения.

По литологическим характеристикам изученные отложения подразделяются на три пачки (рис. 4). При этом, за исключением 2-й (средней) пачки со слабо проявленной полосчатостью, обусловленной чередованием переходных разновидностей от собственно песчаников (от средне- до мелкозернистых) к псаммитовым туфам риолитов, туфоалевролитам и кремнисто-глинистым породам, рассматриваемые разрезы отличаются довольно монотонным литологическим составом и строением. Как пачка 1 (нижняя), так и пачка 3 (верхняя) представлены ассоциацией ритмов - многослоев (элементарных циклитов) мощностью от дециметра и до первых метров, которые характеризуются последовательным чередованием четырёх основных литологических разновидностей пород: песчаников, преимущественно вулканомиктовых*, алевролитов, алевроаргиллитов и аргиллитов, в том числе кремнисто-глинистых, а также переходных разностей указанных литотипов. В поперечном профиле смены текстур внутри ритмов здесь наблюдаются следующие вариации незавершенной последовательности классической секвенции Боума [30]: в подавляющем большинстве ритмов отсутствуют или очень слабо выражены крупнозернистые разновидности в основании нижних слоёв бесструктурных

песчаников (А), а также самая верхняя часть верхних глинистых (Eh) отложений классического многослоя (циклита). Нередко из состава ритмов выпадают слои песчаников с разнообразной волнистостью (С), или же они слабо выражены. Нижние границы ритмов имеют резкие контакты с подстилающими алевроаргиллитами или аргиллитами предыдущего ритма, а на их плоскостях иногда отмечаются гиероглифы, представляющие собой отпечатки небольших неровностей дна разной геометрии. В основании каждого ритма залегает слой бесструктурных (массивных) от средне- и до мелкозернистых песчаников со слабо выраженной градационной слоистостью, при которой снизу вверх по разрезу породы становятся всё менее зернистыми. Мощность таких слоёв варьирует от первых десятков сантиметров, а в случае амальгамации – до 3 метров.

Слой бесструктурных песчаников выше по разрезу ритма сменяется слоем песчаников с планарной (параллельной) слоистостью. Только в некоторых ритмах слои с планарной слоистостью выше сменяются слоями со слабо выраженной косой слоистостью, и ещё реже – с текстурами восходящей волновой ряби. Венчают ритмы тонкозернистые породы: алевролиты с параллельной слоистостью, которые постепенно сменяются алевроаргиллитами и аргиллитами, в том числе кремнистыми.

Рассматриваемые отложения не содержат остатков донной, в том числе и жестко прикрепляющейся к субстрату или переотложенной макрофауны и/или наземной флоры, а также не несут следов биотурбации. Но по всему разрезу в аргиллитах, алевроаргиллитах, а также в цементе песчаников отмечено присутствие многочисленных фоссилий таких пелагических микроорганизмов, как радиолярии широкого географического распространения, что предполагает прямые связи с открытым океаном на протяжении всего времени формирования вмещающих осадков. Наряду с радиоляриями дискретно встречаются фрагменты спикул кремневых губок, очень редкие одноклеточные водоросли плохой сохранности и мелкие фрагменты углефицированного растительного детрита, а в 1 (нижней) пачке разреза как в обломках кремнистых пород, так и в матриксе песчаников – фрагменты конодонтов. Единичные остатки раковинок фораминифер очень плохой сохранности крайне редки, что может свидетельствовать об осадконакоплении ниже уровня карбонатной компенсации.

По совокупности структурных и литологических характеристик эти отложения наиболее близки к тем среднезернистым (по [21]) турбидитам, которые являются результатом осаждения продуктов мутьевых потоков с затухающей гидродинамикой у основания

^{*}Под вулканомиктовыми песчаниками (а также вулканограувакками) понимаются не синхронные извержениям осадочные породы. Их вулканогенный обломочный материал представлен переотложенными продуктами более древних в геологическом понимании извержений. Ранее эти и им подобные породы района исследований обозначались как туфопесчаники и/или туффиты.





44

континентального или островного склона и широко представлены в составе глубоководных конусов выноса [21]. Также учтено присутствие вулканограувакк, которые в зарубежной литературе [19 и др.] нередко фигурируют как синоним турбидитов.

Анализ распределения снизу-вверх по изученным разрезам выявленных комплексов радиолярий, содержащих таксоны – индикаторы возраста, в том числе и зональные, позволил обосновать следующее стратиграфическое расчленение этих довольно монотонных ритмично-слоистых отложений (рис. 4).

Пачка 1 – нижняя пачка. На о. Матвеева вскрыто 8.9 м, а на о Большой Пелис – 6.9 м мощности нижней пачки разреза ритмично-слоистых отложений. Их взаимоотношения с подстилающими отложениями не ясны, так как базальные слои пачки в коренном залегании не вскрыты. В разрезе о. Матвеева к нижней части этой пачки приурочен наиболее мощный (3 м) амальгамированный слой вулканомиктовых песчаников с небольшой примесью зёрен осадочных пород (рис. 2, 4), который сформирован из отложений не менее трёх последовательных высокоэнергетических потоков, на что указывают отчётливые признаки амальгамации [16]. Они выражены: (1) в резкой смене зернистости и/или оттенка прослоев внутри слоя песчаников повышенной мощности, (2) в исчезновении (почти полном смыве) глинистых отложений ритма, на месте которых прослеживаются более тёмноокрашенные за счёт примеси глинистого материала прослои песчаников с нечёткими границами, и (3) в горизонте, протрассированном разобщёнными кластами изменённых глинистых пород. В матриксе песчаников рассеяны раковинки мезозойских (позднетриасовых) радиолярий, а в полуокатанных обломках кремнистых пород здесь нами встречены единичные экземпляры позднепермских радиолярий, среди которых Follicucullus sp. cf. F. scholasticus Ormiston et Ваbcock (Фото I, фиг. 28) и другие хуже сохранившиеся формы представителей рода Follicucullus.

В обоих местонахождениях из отложений 1-й пачки собраны комплексы радиолярий, которые рассматриваются совместно ввиду близости их таксономического состава. Они, взаимно дополняя друг друга, принадлежат к единой ассоциации, в составе которой: Globolaxtorum tozeri Carter, Globolaxtorum cf. tozeri Carter, Canoptum cf. unicum Pessagno & Whalen, Canoptum cf. triassicum Yao, Canoptum sp., Bipedis sp., Laxtorum cf. capitaneum Carter, Livarella cf. valida Yoshida, Livarella cf. longa Yoshida, Livarella densiporata Kozur & Mostler, Betraccium cf. kennecottense Carter, Orbiculiformella sp., Citriduma? sp., Mesosaturnalis cf. acuminatus Carter, Saturnalids sp., Nassellaria (Parahsuum?), Hagiastridae, а также ряд других таксонов, слишком плохо сохранившихся для уверенной идентификации. Вид *Globolaxtorum tozeri* Carter является видом-индексом одноимённой зоны, впервые выделенной Е. Картер [31] в Британской Колумбии (Канада) на островах Королевы Шарлотты в разрезах терригенных отложений о. Кунга и Коннектикут Поинт (формация Сэндилэндс группы Кунга) в объёме верхнего рэта. Возраст этой зоны подтверждён сонахождением в стратотипе с позднерэтскими аммонитами *Choristoceras rhaeticum* Guembel и С. *nobile* Mojsisovics. Этот зональный вид признан отличным глобальным индикатором для самого конца позднего триаса, так как он был найден в разрезах Канады [32, 34], Японии [50], Российского Дальнего Востока [2], Венгрии [52], Турции [57, 58], на Филиппинах [65] и др.

Его присутствие в рассматриваемом комплексе в сочетании с *Canoptum* cf. *C. triassicum* Yao, *Canoptum* cf. *unicum* Pessagno & Whalen, *Laxtorum* cf. *capitaneum* Carter, *Livarella densiporata* Kozur & Mostler, *Betraccium* cf. *kennecottense* Carter, *Livarella* cf. *valida* Yoshida – форм близких к таксонам из характерного комплекса зоны Globolaxtorum tozeri – позволяет ограничить возраст отложений нижней пачки поздним рэтом. Так как контакт с более древними отложениями в изученных разрезах не вскрыт, здесь могут быть выделены слои с *Globolaxtorum tozeri* позднерэтского возраста (Таблица I).

Пачка 2 – средняя пачка. Как в разрезе о. Матвеева, так и в разрезе о. Большой Пелис, на отложениях позднего рэта залегает сравнительно маломощная (1 м и 0.9 м, соответственно) пачка осадочных пород со слабо проявленной полосчатостью. Пачка представлена переслаиванием туфогенных алевроаргиллитов и алевритовых кристаллокластических туфов кислого состава, средне- и мелкозернистых туфогенных песчаников, туфов риолитов, изменённых кремнистых и кремнисто-глинистых пород с реликтами радиолярий, а также переходных разновидностей этих пород. В составе слабо окатанных и угловатых обломков минералов распознаётся калишпат (преобладает), кислый плагиоклаз (альбит) и в подчинённых количествах кварц. Среди литокластов – обломки кремнистых и кремнисто-глинистых пород, преобладающих в светлоокрашенных прослоях, и метасоматически изменённых кислых (риолиты?) вулканитов - в более тёмных прослоях. Цемент эпидот-хлоритовый в тёмноокрашенных прослоях и глинисто-кремнистый либо перекристаллизованный микрокварцитовый в светлоокрашенных. Эта пачка по светлой (от светложелтоватой до серой) окраске и составу обломочной фракции заметно контрастирует с подстилающими и перекрывающими отложениями, окрашенными в зеленовато-серые и до почти чёрных тона, а в их об-



ломочной фракции преобладают вулканиты базальтового и андезитового рядов. Породы пачки метасоматически изменены, частично перекристаллизованы и ороговикованы, вследствие чего идентификация единичных наиболее сохранившихся экземпляров радиолярий, выявленных при опробовании двух пересечений средней пачки в каждом из разрезов, возможна преимущественно на родовом уровне. Здесь встречены: Pseudoheliodiscus sp., Relanus sp., Paronaella sp., Orbiculiformella sp. sensu Tekin 2002, Bagotum? sp., Spongotrochus? sp., Laxtorum sp. и очень редкие мелкие экземпляры представителей рода Livarella, а также сферические ближе не определимые Spumellaria. За исключением рода Relanus, первые представители которого появляются в раннем геттанге, большинство входящих в этот комплекс родов пересекают границу триаса и юры, зародившись в триасе, и большая часть из них вымирает до конца ранней юры [47, 49]. В частности, род Livarella полностью исчезает уже к середине геттанга. Следует отметить, что совместное нахождение представителей родов, проходящих из позднего рэта в начало ранней юры, с таксонами, впервые появившимися в раннем геттанге, подробно задокументировано в непрерывных разрезах пограничных слоёв триаса и юры на островах Королевы Шарлотты [45, 46] и в Японии [35]. Исходя из этих данных, мы рассматриваем среднюю пачку в качества маркера границы триаса и юры в районе исследований (Фото II, фиг. 1-6)

<u>Пачка 3 – верхняя пачка</u>. Ритмично-слоистые отложения верхней пачки мощностью 48 м изучены в разрезе о. Матвеева, тогда как на о. Большой Пелис для исследований доступна только её нижняя часть. По литологическому составу и строению отложения этой пачки подобны отложениям 1-й пачки, но отличаются от неё таксономическим составом собранных в них комплексов радиолярий.

Из отложений этой пачки, которые непосредственно перекрывают маркирующий слой, получен комплекс радиолярий следующего состава: *Pantanellium* cf. *tanuense* Pessagno & Blome, *Droltus* cf. *hecatensis* Pessagno & Whalen, Archaeocenosphaera cf. laseekensis Pessagno & Yang, Tipperella cf. kennecottensis Carter, Relanus cf. hettangicus Kozur & Mostler, Spongotrochus?sp., Pseudoheliodiscus sp., Tozerium? sp., а также иные формы Nassellaria и Spumellaria, ближе не определимые из-за низкой степени сохранности. Первая находка Pantanellium cf. tanuense Pessagno & Blome зафиксирована на верхней границе маркирующей пачки 2.

Вид Pantanellium tanuense Pessagno & Blome из числа диагностических таксонов радиолярий геттангского яруса, который появляется в раннем геттанге и вымирает вблизи границы геттанга – синемюра [31, 52 и др.]. Он является видом-индексом одноимённой зоны, выделенной Р. Хори [50] в слоях плитчатых кремней непрерывного пограничного разреза триаса и юры Katsuyama section в области Инуяма (ЮЗ Япония) в полном объёме геттангского яруса, которая определяется как интервал между первым появлением Pantanellium tanuense и первым появлением Parahsuum simplum [35, 50]. Первая находка вида Parahsuum simplum Yao отмечена выше по разрезу третьей пачки на интервале 20.7 м. Следует отметить, что зона Pantanellium tanuense Zone напрямую сопоставляется с четырьмя радиоляриевыми зонами в непрерывных разрезах терригенных отложений островов Королевы Шарлотты, а именно (в восходящем порядке) с Canoptum merum Zone, Protokatroma aquila Zone, Pantanellium brovni Zone и Crucella hettangica Zone, как показано в [50]. Перечисленные радиоляриевые зоны в разрезах о-вов Королевы Шарлотты также отнесены к геттангу, но верхняя граница самой верхней из них располагается в нижней части синемюра [33, 45, 46]. Так как полученного нами радиоляриевого материала недостаточно для прямых сопоставлений с зональностью Е. Картер, в нижней части третьей пачки разреза о. Матвеева мы прослеживаем зону Pantanellium tanuense Zone в понимании Р. Хори (Фото II, фиг. 7–17). Также возрастным аналогом этой зоны является зона Relanus hettangicus Zone, выделенная в объёме геттангского яруса в разрезах Северных

Фото I. Характерные радиолярии слоёв с *Globolaxtorum tozeri* поздний рэт, пачка 1, острова Матвеева и Большой Пелис, архипелаг Римского – Корсакова, ЗПВ.

Фиг. 1–2 – Globolaxtorum cf. tozeri Carter (1 – 83-1-16; 2 – 80-1-4); фиг. 3–7 – Laxtorum cf. capitaneum Carter (3, 4 – 80-1-1; 5 – 83-1-12; 6 – 83-1-16; 7 – 83-1-6); фиг. 8–11 – Canoptum cf. unicum Pessagno&Whalen (8 – 83-1-8; 9 – 80-1-4; 10–11 – 80-1-4, верхняя часть раковинки); фиг. 12 – Canoptum cf. triassicum Yao (82-1-5); фиг. 13 – Parahsuum? sp.; фиг. 4–16 – Bipedis sp. (14 – 80-1-5; 15–16 – 80-1-3); фиг. 17, 18 – Orbiculiformella sp. (17 – 83-1-12; 18 – 83-1-10; 23 – 80-1-4); фиг. 19, 20 – Livarella cf. valida Yoshida (19 – 82-1-4; 20 – 89-1-2); фиг. 21 – Livarella densiporata Kozur & Mostler (80-1-4); фиг. 22 – Livarella cf. longa Yoshida (83-1-16); фиг. 23 – Orbiculiformella sp. (82-1-4); фиг. 24 – Betraccium cf. kennecottense Carter (83-1-1); фиг. 25, 26 – фрагменты колец Saturnalids sp. (80-1-8); фиг. 27 – Mesosaturnalis cf. acuminatus Carter (83-1-16); фиг. 28 – Follicucullus cf. scholasticus Ormiston & Babcock (из обломка кремнистой породы вулканомиктового песчаника, 80-1-36). Все изображения выполнены при увеличении ×300. Номера шлифов указаны в скобках.



Известковых Альп в Баварии, (Bavaria. Northern Calcareous Alps [43]) и в Венгрии в окрестности дер. Човар к северо-востоку от Будапешта (Hungary, vicinity of Csővár [44, 52]).

Распространение вида Parahsuum simplum Уао прослежено выше по разрезу 3-й пачки вплоть до верхней точки разреза о. Матвеева в интервале 20.7-58 м, где он встречен с таксонами более широких возрастных диапазонов: Droltus sp., Parahsuum sp., Canutus sp., фрагментами колец Pseudoheliodiscus sp., иными Saturnalids sp., а также с другими формами радиолярий неудовлетворительной сохранности. Вид Parahsuum simplum является одним из индикаторов глобального масштаба для начала ранней юры и видом-индексом одноимённой зоны [63], которая первоначально выделялась как базовая часть ранней юры, но по уточнённым позднее данным первые появления вида-индекса этой зоны были установлены в начале синемюра [36, 64]. А на островах Королевы Шарлотты первые находки Parahsuum simplum отмечены в нижней части среднего синемюра, где данные по распространению радиолярий сопоставлены с аммонитовыми зонами [33]. Выше этот вид прослежен в многочисленных разрезах по всему миру в плинсбахе до начала тоарского яруса ранней юры. На основании этих данных в разрезе о. Матвеева выделяются слои с Parahsuum simplum, которые сменяют зону Pantanellium tanuense Zone в разрезе ритмичнослоистых отложений его верхней пачки. Возраст этих слоёв может рассматриваться не точнее, чем в интервале синемюрского – плинсбахского ярусов ранней юры (Фото II, фиг. 18-24).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Совокупность биостратиграфических, литологических и структурных данных, полученных по результатам проведённых исследований литологически монотонных ритмично-слоистых терригенных отложений островов Матвеева и Большой Пелис (архипелаг Римского-Корсакова ЗПВ), позволяет внести принципиальные изменения в определение их стратиграфического положения. Обоснование по радиоляриям принадлежности этих отложений к пограничным образованиям верхнего триаса и нижней юры исключает их из состава позднепалеозойских осадочных отложений Сихотэ-Алиня.

Выявление последовательно сменяющих снизу вверх по разрезу ассоциаций радиолярий конца верхнего триаса (верхний рэт) – нижней юры (геттангплинсбах) позволило провести стратиграфическое расчленение непрерывного разреза этих литологически монотонных отложений, впервые применив микропалеонтологические критерии определения положения границы между литологически близкими триасовыми и юрскими терригенными стратонами Сихотэ-Алиня.

Ритмично-слоистые отложения, распространённые на островах Матвеева и Большой Пелис, по литологическим и структурным характеристикам наиболее близки к тем среднезернистым (по [21]) турбидитам, которые накапливаются у основания континентального или островного склона, наиболее широко представлены в составе глубоководных конусов выноса и формируются в результате взаимодействия таких факторов, как активное осадконакопление, расчленённый рельеф, активизация тектонических процессов, а также колебания уровня моря или скорость прогибания дна бассейна.

Островное расположение изученных разрезов и сложная тектоническая обстановка в районе исследований не позволили в полной мере установить признаки проявления всего комплекса указанных факторов, а также характер латерального распространения изученных отложений и их взаимоотношений с отложениями смежных фаций. Но значительная (с учётом уплотнения в процессе литификации) мощность монотонного разреза ритмично-слоистых отложений, накопившихся за относительно короткий (в геологических масштабах) интервал времени, позволяет предполагать, что формирование этих отложений могло происходить на достаточно больших глубинах, не компенсируемых активным осадконакоплением, при обильном поступлении обломочного материала, пере-

Фото II. Характерные радиолярии ранней юры из ритмично-слоистых отложений островов Матвеева и Большой Пелис, архипелаг Римского-Корсакова, ЗПВ. Зона *Pantanellium tanuense*.

Фиг. 1–6 – начало раннего геттанга, пачка 2, маркирующий слой: фиг. 1 – *Spongotrochus*? sp. (83-1-17); фиг. 2 – *Pseudoheliodiscus* sp. (110 с.т.); фиг. 3–4 – *Paronaella* sp. (3 – 1176.с.; 4 – 83-1-17); фиг. 5 – *Relanus* sp. (1176.с.); фиг. 6 – *Bagotum* sp. (83-1-17). Фиг. 7–17, пачка 3, геттанг. Фиг. 7–10 – *Pantanellium tanuense* Pessagno & Blome (7, 8 – 80-1-5; 9 – сечение вдоль главной оси, 10 – поперечное сечение центральной камеры; 80-1-6); фиг. 11 – *Tipperella* cf. *kennecottensis* Carter (82-1-7); фиг. 12 – *Archaeocenosphaera* cf. *laseekensis* Pessagno&Yang (82-1-7); фиг. 13 – *Relanus* cf. *hettangicus* Kozur&Mostler (82-1-13); фиг. 14 – *Protokatroma* sp. (117 б.н.); фиг. 15 – *Bipedis* sp. (117 с.т.); фиг. 16 – *Pseudoheliodiscus* sp.(82-1-7); фиг. 17 – *Droltus* cf. *hecatensis* Pessagno&Whalen (82-1-7). Фиг. 18–24 – Слои с *Parahsuum simplum*, синемюр–плинсбах, пачка 3. Фиг. 18 – *Parahsuum* sp. (82-1-20); фиг. 19, 20 – *Parahsuum simplum* Yao (19–82-1-20; 20–82-1-21); фиг. 21–23 – фрагменты колец *Saturnalids* (21–82-1-21; 22, 23–82-1-17); фиг 24 – *Citriduma*? sp. (82-1-21). Все изображения выполнены при увеличении ×300. Номера шлифов указаны в скобках.

носимого вдоль достаточно крутых склонов в условиях расчлененного рельефа.

В разрезе о. Матвеева к нижней части 1-й пачки приурочен наиболее мощный (3 м) амальгамированный слой вулканомиктовых песчаников с подчинённой примесью зёрен осадочных пород (рис. 2, 4), который сформирован из отложений не менее трёх последовательных, достаточно высокоэнергетических потоков. Причём мощность отложений каждого из этих потоков превышает среднюю мощностью слоёв массивных песчаников более полных многослоев. Отчётливые признаки амальгамации выражены: (1) в резкой смене зернистости и/или оттенка прослоев внутри слоя песчаников повышенной мощности, (2) в исчезновении (почти полном смыве) глинистых отложений ритма, на месте которых прослеживаются более тёмноокрашенные за счёт примеси глинистого материала прослои песчаников с нечёткими границами, (3) в горизонте, протрассированном разобщёнными кластами изменённых глинистых пород. Вероятнее всего переносимый этими мутьевыми потоками обломочный материал эродировал дно, разрушая коренные породы его выступов, а также ранее отложившиеся осадки, включая в свой состав, как эродированные обломки, так и залегавшие на дне осадочные накопления. Формирование указанного слоя песчаников вполне могло быть обусловлено периодическим усилением гидродинамики мутьевых потоков. А судя по литологическому составу и низкой степени окатанности обломочной фракции входящих в состав как этого, так других слоёв вулканомиктовых песчаников, изученные отложения накапливались после выведения в зону размыва как вулканитов андезитового и базальтового ряда, так и осадочных пород верхнепалеозойского разреза в результате тектонической активизации с образованием расчленённого рельефа. Свидетельством тому служат находки позднепермских радиолярий Follicucullus cf. scholasticus Ormiston & Babcock в полуокатанных обломках кремнистых пород слоя амальгамированных вулканомиктовых песчаников 1-й пачки (позднерэтской) разреза.

Ритмично-слоистые отложения островов Матвеева и Большой Пелис не содержат остатков донной, в том числе и жестко прикрепляющейся к субстрату или переотложенной макрофауны и/или наземной флоры, а также не несут следов биотурбации. Крайне редкие находки раковинок фораминифер очень плохой сохранности могут свидетельствовать о накоплении этих отложений ниже уровня карбонатной компенсации. Верхние части многослоев сложены тонкозернистыми породами: алевролитами с параллельной слоистостью, которые постепенно сменяются алевроаргиллитами и аргиллитами, в том числе кремнистыми, что, вероятнее всего, обусловлено выпадением отсепарированных глинистых частиц из суспензии угасающего турбидного потока, которые сначала смешивались, а затем полностью замещались фоновыми осадками. С учётом преобладающей окраски пород изученных разрезов эти данные могут указывать на бескислородные условия осадконакопления достаточно больших глубин гемипелагической зоны.

Исходя и из этих новых данных допустимо считать, что накопление осадков всей толщи изученных турбидитов протекало в условиях расчленённого рельефа и периодической активизации тектонических движений, обусловивших обильное поступление обломочного материала в гемипелагическую зону палеобассейна. А судя по многочисленным остаткам радиолярий широкого географического распространения, рассеянным по всей мощности разреза, в течение всего времени формирования толщи турбидитов этот палеобассейн имел прямые связи с открытым океаном. Следовательно, обстановка осадконакопления терригенного триасово-юрского комплекса, распространённого на островах и континентальном обрамлении ЗПВ, не ограничивалась только континентальными, прибрежно-морскими и морскими условиями континентального шельфа различной глубины [22, 23 и др.]. Кроме того, следует учитывать, что и в ранней юре (в течение геттанга-плинсбаха) в этом древнем палеобассейне сохранялись условия, подобные условиям осадконакопления в конце позднего триаса. Позднее уже литифицированные ритмично-слоистые отложения были прорваны [10] с захватом их крупных блоков вулканитами и метаморфизованы в процессе внедрения последних.

Для обоснования возраста и стратиграфического расчленения разрезов островов Матвеева и Большой Пелис применён сравнительный анализ впервые установленных в них комплексов радиолярий с ассоциациями радиолярий из пограничных разрезов верхнего триаса и нижней юры Тихоокеанской и Тетической палеообластей. Особое внимание уделено сопоставлениям с зональными комплексами радиолярий из непрерывных разрезов этого пограничного интервала, для которых характерна широчайшая, почти глобальная латеральная прослеживаемость не только отдельных характерных таксонов-индикаторов возраста видового и родового уровня, но и таксономически близких зональных комплексов в отложениях терригенных [34, 35, 38, 46], кремнистых [2, 3, 40 и др.] и карбонатных [36, 41, 52] фаций, а также довольно быстрая последовательная сменяемость радиоляриевых зон снизу вверх по разрезу.

Хорошая сходимость радиоляриевых данных, полученных по очень удалённым друг от друга изохронным уровням разрезов отложений разных фаций, позволила при стратиграфическом расчленении разрезов ритмично-слоистых отложений островов Матвеева и Большой Пелис применить успешно скоррелированные между собой [35] радиоляриевые шкалы, разработанные на основе Метода Унитарных Ассоциаций для непрерывных пограничных разрезов триаса и юры терригенных отложений островов Королевы Шарлотты (Канада) и кремнистых образований области Инуяма (Япония).

В основании изученных разрезов (1 пачка) впервые выделены слои с *Globolaxtorum tozeri*, сопоставимые с позднерэтской зоной глобального распространения Globolaxtorum tozeri Zone. Ранг выделенного биостратона принят в связи с недостатком сведений о взаимоотношениях с более древними отложениями, которые здесь не вскрыты.

Непосредственно выше отложений верхнего рэта в основании нижнеюрской части разрезов среднезернистых (по [21]) турбидитов, как и во всех детально датированных по радиоляриям непрерывных пограничных разрезах триаса и юры, прослежены маломощные отложения, содержащие комплекс радиолярий, в составе которого присутствуют как таксоны, зародившиеся в триасе и пересекшие границу триаса и юры, так и впервые появляющиеся в начале геттангского яруса ранней юры. В изученных разрезах такой "смешанный" комплекс радиолярий получен из относительно маломощных (до 1 м) отложений 2-й пачки, которая в полевых условиях выделяется по более светлой по сравнению с подстилающими и перекрывающими отложениями окраске, а также отличается от них преобладанием кислых эффузивов в составе кластического материала. Эта пачка несёт все признаки маркирующего слоя, отделяющего верхнерэтские отложения от геттангских, фиксируя положение границы триаса и юры в районе исследований.

Непосредственно выше маркирующего слоя в отложениях 3-й пачки, которая завершает разрез о. Матвеева, прослежена геттангская зона Pantanellium tanuense Zone, которая сменяется слоями с *Parahsuum simplum* в объёме синемюрского и плинсбахского ярусов ранней юры. Вслед за Р. Хори [60] нижние границы этих биостратонов проведены по первому появлению их видов-индексов. Однако слои с *Parahsuum simplum*, хоть и сопоставлены с одноимённой зоной достаточно широкого географического распространения, не могут быть выделены в ранге зоны из-за отсутствия информации по взаимоотношениям с перекрывающими их отложениями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам сравнительного анализа последовательной смены комплексов радиолярий в разрезах ритмично-слоистых отложений островов Матвеева и Большой Пелис впервые проведено стратиграфическое расчленение пограничных терригенных отложений триаса и юры. В верхнетриасовой части разреза здесь выделены слои с Globolaxtorum tozeri, отнесённые к верхнему рэту, выше которых в основании нижнеюрской части разреза прослежена зона Pantanellium tanuense Zone в полном объёме геттангского яруса. Эта зона сменяется слоями с Parahsuum simplum, возрастной интервал которых ограничен синемюрским и плинсбахским ярусами нижней юры. Выделенные биостратоны сопоставлены с зональными радиоляриевыми подразделениями верхнего триаса и нижней юры Тихоокеанской и Тетической палеообластей.

В изученных разрезах граница триаса и юры отмечена маркирующим слоем, который в полевых условиях выделяется по более светлой по сравнению с подстилающими и перекрывающими отложениями окраске, отличается от них преобладанием кислых эффузивов в составе кластического материала и охарактеризован комплексом радиолярий, в составе которого сочетаются таксоны, зародившиеся в триасе и пересекающие границу триаса и юры, с таксонами, впервые появляющимися в начале геттанга.

По литологическим и структурным характеристикам ритмично-слоистые терригенные отложения островов Матвеева и Большой Пелис наиболее близки к тем среднезернистым (по [21]) турбидитам, которые накапливаются у основания континентального или островного склона и широко представлены в составе глубоководных конусов выноса. Соответственно, обстановки осадконакопления терригенного триасовоюрского комплекса Сихотэ-Алиня не ограничивались преимущественно континентальными, прибрежноморскими и морскими условиями континентального шельфа различной глубины, как было принято считать прежде.

По данным радиоляриевого анализа впервые обосновано распространение на островах Матвеева и Большой Пелис ритмично-слоистых отложений, стратиграфический объём которых ограничен концом верхнего триаса (верхний рэт) – плинсбахским ярусом нижней юры. Как следствие, эти отложения должны быть исключены из состава осадочных образований позднепалеозойского разреза Сихотэ-Алиня.

Возможности стратиграфического разделения пограничных отложений триаса и юры в терригенных отложениях Южного Сихотэ-Алиня далеко не исчерпываются результатами наших исследований. В дальнейшем требуется применение радиоляриевого анализа для обоснования латерального распространения мезозойских осадочных отложений и на других островах западной части залива Петра Великого.

Для более эффективного использования биостратиграфического потенциала радиолярий в решении проблемы установления этого рубежа необходимо продолжение биостратиграфических исследований на основе радиоляриевого анализа пограничных интервалов триаса и юры в наименее метаморфизованных терригенных разрезах, в том числе и на континентальном обрамлении залива Петра Великого.

БЛАГОДАРНОСТИ

Мы глубоко признательны И.Б Цой за обсуждение полученных результатов, конструктивную критику и ценные советы при подготовке данной статьи. Мы искренне благодарны В.Т. Съедину, А.А. Пугачёву, С.А. Звереву за активное участие в сборе коллекционного материала, а также Л.Г. Тесля и Н.К. Вагиной за помощь в подготовке иллюстраций.

Работа выполнена в рамках Госзадания ФГБУН ТОИ ДВО РАН «Палеоокеанология окраинных морей Востока России и примыкающих районов Тихого океана, особенности и этапность кайнозойского осадконакопления, магматизма и рудогенеза» (тема № 0271-2019-0005, № гос. рег. АААА-А17-117030110033-0) и комплексной программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» (№18-1-008).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Брагин Н.Ю. Радиолярии и нижнемезозойские толщи Востока СССР // Тр. ГИН АН СССР. 1991. Вып. 469. 125 с.
- Брагин Н.Ю. Радиоляриевые зоны триаса Дальнего Востока России // Стратиграфия геол. корреляция. 2000. Т. 8, № 6. С. 59–73.
- Брагин Н.Ю.Радиолярии триаса: зональная стратиграфия и палеобиогеографическое районирование: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук. М.: ГИН РАН, 2002. 54 с.
- Геологическая карта Приморского края. 1: 500 000 / Ред. В.А. Бажанов, Ю.Н. Олейник. Владивосток, 1988.
- Геология СССР. Т. 32: Приморский край. Ч. І. Геологическое описание. М.: Недра, 1969. 696 с.
- Голозубов В.В. Тектоника юрских и нижнемеловых комплексов северо-западного обрамления Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2006. 239 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. 1: 100 000 (третье поколение). Серия Дальневосточная. Лист К (52), 53 / Ред. Б.Г. Лопатин. СПб., 2011.
- Изосов Л.А., Съедин В.Т., Емельянова Т.А., Крамчанин К.Ю., Огородний А.А., Смирнова О.Л., Ли Н.С. Позднепермские магматические формации островов зал. Петра Великого на примере о-ва Попова // Океанологические исследования дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана. В 2 кн. / Гл. ред. В.А. Акуличев. Владивосток: Дальнаука, 2013. Кн. 2. С. 85–98.
- 9. Кемкин И.В. Геодинамическая эволюция Сихотэ-Алиня и

Япономорского региона в мезозое. М.: Наука, 2006. 257с.

- 10. Кутуб-Заде Т.К., Олейников А.В., Сясько А.А. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые бассейнов рек и акватории зал. Петра Великого / Отчет Славянской партии о результатах геологического доизучения. 1: 200 000 листов К-52-XI, XII, XVII, XVIII, К-53-VII за 1994–2002 гг. Отчет Приморской ТГФ. 2002. ФГУ "Приморский территориальный фонд геологической информации". 2002. 600 с.
- Липман Р.Х. Опыт изучения многосферных скелетов радиолярий: Материалы IV семинара по микрофауне. М., 1967. С. 88–96.
- Мельников Н.Г., Изосов Л.А. Структурно-формационное районирование Приморья // Тихоокеан. геология. 1984. № 1. С. 53–61.
- Назаренко Л.Ф., Бажанов В.А. Геология Приморского края.
 Ч. 1. Стратиграфия: Препр. Владивосток, 1987. 66 с.
- Назаренко Л.Ф., Бажанов В.А. Геология Приморского края.
 Ч. 3. Основные черты тектоники и история развития / Препринт. Владивосток, 1987. 60 с.
- Назаров Б.Б., Витухин Д.И. Методы выделения ископаемых радиолярий // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1981. № 2. С. 95–102.
- 16. Никишин А.М., Альмендингер О.А., Митюков А.В., Посаментиер Х.В., Рубцова Е.В. Глубоководные осадочные системы: объёмные модели, основанные на 3D сейсморазведке и полевых наблюдениях / Ред. А.М Никишин. М.: Изд-во МАКС пресс., 2012. 109 с.
- 17. Рединг Х. Обстановки осадконакопления и фации (второй том). М.: Мир, 1990. 379 с.
- Решения IV Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою юга Дальнего Востока и Восточного Забайкалья, Хабаровск, 1990 г. Хабаровск: ТГГП, 1994. 124 с.
- Селли Р.Ч. Древние обстановки осадконакопления. М.: Недра, 1989. 287 с.
- 20. Смирнова О.Л., Съедин В.Т., Терехов Е.П. Новые данные радиоляриевого анализа для обоснования стратиграфического положения осадочных отложений островов центральной части залива Петра Великого // Океанография залива Петра Великого и прилегающей части Японского моря: Тезисы докладов Третьей науч. конф., 26–28 апреля 2017 г., г. Владивосток. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2017. С. 34.
- Стоу Д.А.В. Морские глубоководные терригенные отложения // Обстановки осадконакопления и фации. Т. 2. М.: Мир, 1990. С. 141–194.
- Тащи С.М., Мясников Е.А. Геолого-геоморфологические системы территории агломерации Владивосток – Артём / Учеб. пособие. Владивосток. Изд-во ДВТГУ, 2004. 181 с.
- Триас и юра Сихотэ-Алиня. Кн. 1. Терригенный комплекс / П.В. Маркевич, Ю.Д. Захаров. Владивосток: Дальнаука, 2004. 417 с.
- 24. Триас и юра Сихотэ-Алиня. Кн. 2. Вулканогенно-осадочный комплекс, палеобиогеография / Ю.Д. Захаров, П.В. Маркевич. Владивосток: Дальнаука, 2008. 300 с.
- Хабаков А.В., Стрелков А.А., Липман Р.Х. Подкласс Radiolaria. Радиолярии или лучевики // Основы палеонтологии, простейшие. М.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 359–467.
- 26. Ханчук А.И. Палеогеодинамический анализ формирования рудных месторождений Дальнего Востока России // Рудные месторождении континентальных окраин. Владивосток:

Дальнаука, 2000. 276 с.

- 27. Чедия Д.М. Обзор систематики радиолярий. Душанбе, 1959. 330 с.
- Чедия Д.М. Новое в методике изучения скелетов древних радиолярий. Душанбе, 1971. 105 с.
- Blome C.D. Upper Triassic Radiolaria and radiolarian zonation from western North America // Bull. Amer. Paleontol. 1984. V. 318. 88 p.
- Bouma A.H. Sedimentology of some flysch deposits. A graphic approach to facies interpretation. Amsterdam: Elsevier, 1962. 168 p.
- Carter E.S., Biochronology and paleontology of uppermost Triassic (Rhaetian) radiolarians, Queen Charlotte Islands, British Columbia, Canada // Mémoires de Géologie (Lausanne), 1993. V. 11. P. 1–175.
- 32. Carter E.S. Extinction and recovery of radiolarians at the Triassic-Jurassic boundary in Queen Charlotte Islands // Abstracts and Program, 5th International Symposium on the Jurassic System. August 12–25, 1998. Vancouver. B.C., Canada. 1988. P. 14.
- 33. Carter E.S., Whalen P.A., Guex J., Biochronology and paleontology of Lower Jurassic (Hettangian and Sinemurian) radiolarians, Queen Charlotte Islands, British Columbia // Bull. Geol. Surv. Canada, Ottawa. Canada, 1998. V. 496, N 1. 162 p.
- Carter E.S., Tipper R, H. W. Proposal of Kunga Island, Queen Charlotte Islands, British Columbia, Canada as Triassic/Jurassic global boundary stratotype // International Subcommission on Jurassic Stratigraphy Newslette, 1999. V. 27. P. 20.
- Carter E.S., Hori R.S. Global correlation of the radiolarian faunal change across the Triassic-Jurassic boundary // Can. J. Earth Sci. 2005. V. 42. P. 777–790.
- 36. Črne A.E., Weissert H., Goričan Š., Bernasconi S.M. A biocalcification crisis at the Triassic–Jurassic boundary recovered in the Budva Basin (Dinarides, Montenegro) // Geol. Soc. Am. Bull. 2011. V. 123. P. 40–50.
- Dumitrica P. Cryptocephalic and cryptothoracic Nassellaria in some Mesozoic deposits of Romania // Rev. Roum. Geol., Geoph. et Geogr. Ser. Geol. 1970. V. 14, N 1. P. 45–124.
- 38. Haggart J.W., Carter E.S., Beattie M. J., Bown P.S., Enkin R.J., Kring D.A., Jones M.J., McNicoll V.J., Orchard M.J., Perry R.S., Schoder-Adams C.S., Smith P.L., Suneby L.B., Tipper H.W., Ward P.D. Stratigraphy of Triassic/Jurassic boundary strata, Queen Charlotte Islands, British Columbia // Potential global system stratotype boundary. IGCP 458 Field Meeting, 2001. October 13–17, Taunton, UK. P. 6–9.
- Hesselbo S.P., McRoberts C.A., Palfy J. Triassic Jurassic boundary events: problems, progress, possibilities // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 2007. V. 244. P. 1–10.
- Hori R.S., Cho C.F., Umeda H. Origin of cyclicity in Triassic-Jurassic radiolarian bedded cherts of the Mino accretionary complex from Japan // The Island Arc. 1993. V. 3. P. 170–180.
- Hori R.S., Aita Y., Grant-Mackie J.A. Preliminary report on Lower Jurassic radiolarian of Gondwana origin from the Kawhia coast, New Zealand // The Island Arc. 1996. V. 5. P. 103–113.
- 42. Kishida A.Y., Hisada K. Late Triassic to Early Jurassic radiolarian assemblages from the Ueno-mura area, Kanto Mountains, Central Japan // Memoirs of Osaka Kyoiku University. 1985. V. 3, N 34. P. 103–120.
- 43. Kozur H., Mostler H. Saturnaliacae Deflandre and some other

stratigraphically important Radiolaria from the Hettangian of Lenggries Isar (Bavaria. Northern Calcareous Alps) // Geologisch und Paläntologische Mitteilungen. 1990. V. 17. P. 179–248.

- 44. Kozur H. First evidence of Liassic in the vicinity of Csővár (Hungary), and its paleogeographic and paleotectonic significance // Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt. 1993. V. 13, N 1 P. 89–98.
- 45. Longridge L.M., Carter E.S., Smith P.L., Tipper H.W., Early Hettangian ammonites and radiolarians from the Queen Charlotte Islands, British Columbia, and their bearing on the definition of the Triassic-Jurassic boundary // Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol. 2007. V. 244. P. 142–169.
- 46. Longridge L.M., Carter E.S., James W. Haggart, Smith P.L. The Triassic-Jurassic transition at Kunga Island, Queen Charlotte Islands, British Columbia, Canada // ISJS Newsletter 2007. V. 34, N 1. P. 21–33.
- O'Dogherty L., Carter E.S., Dumitrica P., Goričan Š. De Wever P., Hungerbühler A., Bandini A.N., Takemura A. Catalogue of Mesozoic radiolarian genera. P. 1. Triassic: Geodiversitas. 2009. V. 31. P. 213–270.
- O'Dogherty L., Carter E.S., Dumitrica P., Goričan Š. De Wever P., Bandini A.N., Baumgartner P.O., Matsuoka A. Catalogue of Mesozoic radiolarian genera. P. 2. Jurassic– Cretaceous: Geodiversitas. 2009. V. 31. P. 271–356.
- O'Dogherty L., Carter E.S., Goričan, S, Dumitrica P. Triassic radiolarian biostratigraphy // The Triassic Timescale. Geol. Soc. London. Spec. Publ. 2010. P. 163–200.
- Onoue T., Hori R., Kojima S. Triassic and Jurassic radiolarian response to global catastrophic events in the Panthalassa Ocean, as recorded in the Mino Belt, central Japan // Sci. Rep. Niigata Univ. (Geology), 2017. N 32 (Supplement). P. 29–69.
- Orland M. J., Carter E.S., Lucas S.G., Taylor D.G. Rhaetian (Upper Triassic) conodonts and radiolarians from New York Canyon, Nevada, USA // Albertiana. 2007. V. 35. P. 59–65.
- 52. Ozsvárt P., Carter E. Radiolarian faunal change across the Triassic-Jurassic boundary in the Csővár section, Northern Hungary // Conference: 5th Field workshop of IGCP 458 Project (Triassic-Jurassic boundary events). Tata – Puch bei Halleim, 2005. P. 20–21.
- Palfy J., Mortensen J.K., Carter E.S et al. Timing the end Triassic mass extinction: first on land, then in the sea? // Geol. 2000. V. 28. P. 39–42.
- Pessagno T.F. Jr., Blome C.D. Upper Triassic and Jurassic Pantanelliinae from California, Oregon and British Columbia // Micropaleontology. 1980. V. 26. P. 225–273.
- 55. Pessagno E., Blome C.D., Carter E.S., Macleod N., Whalen P.A., Yeh K.-Y. Preliminary radiolarian zonation for the Jurassic of North America // Studies of North American Jurassic radiolaria, P. 2. Cushman Foundation of Foraminiferal Research, Spec. Publ, 1987. P. 1–18.
- Suzuki H., Prinz-Grimm P., Schmidt-Effing R. Radiolarians from the Hettangian/Sinemurian boundary of northern Peru // Palgontologische Zeitschrift. 2002. V. 76, N 2. P. 163–187.
- 57. Tekin U.K. Biostratigraphy and systematics of Late Middle to Late Triassic radiolarians from the Taurus Mountains and Ankara region, Turkey // Geologisch-Palдontologische Mitteilungen Innsbruck. Sunderland. 1999. 5. 297 p.
- Tekin U.K. Late Triassic (late Norian-Rhaetian) radiolarians from the Antalya Nappes, central Taurides, southern Turkey //

Rivista Italiana de Paleontologia e Stratigrafia. 2002. V. 108. P. 415–440.

- Tekin U.K. Lower Jurassic (Hettangian-Sinemurian) radiolarians from the Antalya Nappes, central Taurides, southern Turkey // Micropaleontology. 2002. V. 48, N 2. P. 177–205.
- Uchino T., Hori R.S. Early Jurassic radiolarian fossils from mudstone of the Ashio Terrane in the Kambara Mountains, Niigata Prefecture, Japan // Jour. Geol. Soc. Japan. 2010. V. 116, N 8. P. 441–446.
- Walker R.G. Deep-water sandstone facies and ancient submarine fans: Models for exploration for stratigraphic traps // Bull. Am. Assoc. Petrol Geol. 1978. V. 62. P. 932–966.
- 62. Ward P.D., Haggart J.W., Carter E S. et al. Sudden productivity collapse associated with the Triassic/Jurassic boundary mass extinction // Sci. 292. 2001. P. 1148–1151.
- 63. Yao A., Matsuoka A., Nakatani T. Triassic and Jurassic radiolarian assemblages in Southwest Japan // News of Osaka Micropaleontologists. Spec. Volume 1982. N 5. P. 27–43.

- Yao A. Middle Triassic to Early Jurassic radiolarians from the Inuyama Area, Central Japan // J. Geosci. Osaka City Univ. 1982. V. 25. P. 53–70.
- Yeh K-Y., Cheng Y.N. An Upper Triassic (Rhaetian) radiolarian assemblage from Busuanga Island, Philippines // National Museum of Natural Science. Bull. 1996. 7. P. 1–43.
- Yeh K-Y., Cheng Y-N. Radiolarian from the Lower Jurassic of the Busuanga Island, Philippines // National Museum of Natural Sci. 1996. Bull. 1998. 11. P. 1–65.
- Yeh K-Y, Yang Q. Radiolarian assemblages from Triassic-Jurassic boundary strata, Nadanhada Terrane, NE China // Acta Micropalaeontologica Sinica. 2006. V. 23, N 4. P. 317–360.

Рекомендована к печати В.В. Голозубовым после доработки 06.10. 2020 г. принята к печати 2.12.2020 г.