

УДК 551.7621.763:552.52.(571.661)

**ПАЛЕОШИРОТНЫЕ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ  
НАКОПЛЕНИЯ РАДИОЛЯРИЕВЫХ КРЕМНИСТО-ВУЛКАНОГЕННЫХ  
КОМПЛЕКСОВ В МЕЗОЗОЙСКОЙ ПАЦИФИКЕ И ТЕНДЕНЦИЯ  
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА  
(ПО ДАННЫМ АЛЛОХТОНОВ ВОСТОКА АЗИИ)**

© 2017 г. В. С. Вишневская, Н. И. Филатова

*Геологический институт РАН, Москва, Россия*

*e-mail: valentina.vishnaa@mail.ru*

Поступила в редакцию 19.11. 2015 г., после доработки 01.07. 2016 г.

Кремнисто-вулканогенные породы юры-мела из пластин тектоностратиграфических разрезов Охотско-Корякского среднемелового орогенного пояса Востока Азии представляют широкий спектр обстановок первоначального накопления: океанических (приспредиговых зон, базальтовых поднятий и глубоководных впадин), окраинно-морских и островодужных. Таксономические составы радиоляриевых сообществ позволили установить палеошироты образования этих пород в Северной Пацифике. Кроме того, по этим сообществам выявлена тенденция изменения климата в мезозое: от теплого триасового к холодному в юре и с интенсивным потеплением от поздней юры к раннему мелу. Меловое потепление привело к прогреву океанских вод даже на умеренно высоких широтах и развитию там радиолярий тетического облика. Эти данные подтверждает глобальный меловой температурный пик, который совпадает с импульсом высокой активности планетарной системы мантийных суперплюмов, создавших термальные аномалии и парниковый эффект. Входивший в эту систему Тихоокеанский суперплюм вызвал, кроме того, ускоренное перемещение океанических плит, что обусловило обстановку сжатия по периферии Пацифики и образование в среднем мелу на ее северо-западном обрамлении Охотско-Корякского орогенного пояса, где были тектонически совмещены аллохтоны пород различных геодинамических и широтно-климатических обстановок мезозоя.

DOI: 10.7868/S0030157417050100

**ВВЕДЕНИЕ**

Проблема реконструкции первичных обстановок накопления морских, существенно кремнисто-вулканогенных аллохтонных комплексов среднего мезозоя из тектонических пластин северного обрамления Тихого океана затруднена двумя обстоятельствами: единичностью находок в этих толщах макрофауны и их участием в сложных чешуйчато-покровных дислокациях. В пределах Корякско-Западнокамчатского региона традиционное литологическое сопоставление аллохтонов привело к представлениям о чрезвычайной пестроте их составов и невозможности биостратиграфического расчленения этих толщ. Большая часть средне-мезозойских пород аллохтонов была целиком, без расчленения, отнесена к обширному интервалу поздняя юра–ранний мел в качестве различных серий и свит.

Проведенные нами исследования показали [4–9, 27, 40], что эти, якобы единые подразделения, представляют пакеты пластин разнофациальных и разновозрастных пород, тектонически

совмещенных в пределах среднемелового Охотско-Корякского орогенного пояса. В отложениях тектоностратиграфических разрезов этого пояса нами выявлено 20 разновозрастных комплексов радиолярий от норийского до барремского веков включительно и тем самым осуществлено детальное биостратиграфическое расчленение [9, 10] прежде почти “немых” морских кремнисто-вулканогенных образований мезозоя. Петрогеохимические исследования доказали разнородность вулканитов аллохтонов и их принадлежность к различным магматическим сериям и режимам формирования [2, 3, 15 и др.].

Цель настоящей статьи – расшифровка палеоширотных и палеоклиматических областей накопления кремнисто-вулканогенных пород различной геодинамической природы в пределах севера мезозойской Пацифики, а также получение доказательств совмещения в тектоностратиграфических разрезах орогенного пояса Востока Азии аллохтонных комплексов, перемещенных с различных палеоширот этого океана. Кроме того, на

основе радиоляриевых анализа предпринята попытка установления признаков глобального изменения климата в интервале триас—ранний мел с раскрытием возможных причин этого феномена.

Статья основана на оригинальных авторских материалах (дополненных литературными данными), включающих структурно-тектонические, палеонтологические, биостратиграфические и литолого-геохимические аспекты. Интерпретация радиоляриевых сообществ позволила установить критерии для обоснования геодинамических, батиметрических и широтно-климатических обстановок накопления морских пород аллохтонов. Методические приемы выделения этих критериев и способы их применения приведены в начале соответствующего раздела статьи.

### СРЕДНЕМЕЗОЗОЙСКИЕ КРЕМНИСТО-ВУЛКАНОГЕННЫЕ АЛЛОХТОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ ОХОТСКО-КОРЯКСКОГО ОРОГЕННОГО ПОЯСА И УСЛОВИЯ ИХ НАКОПЛЕНИЯ

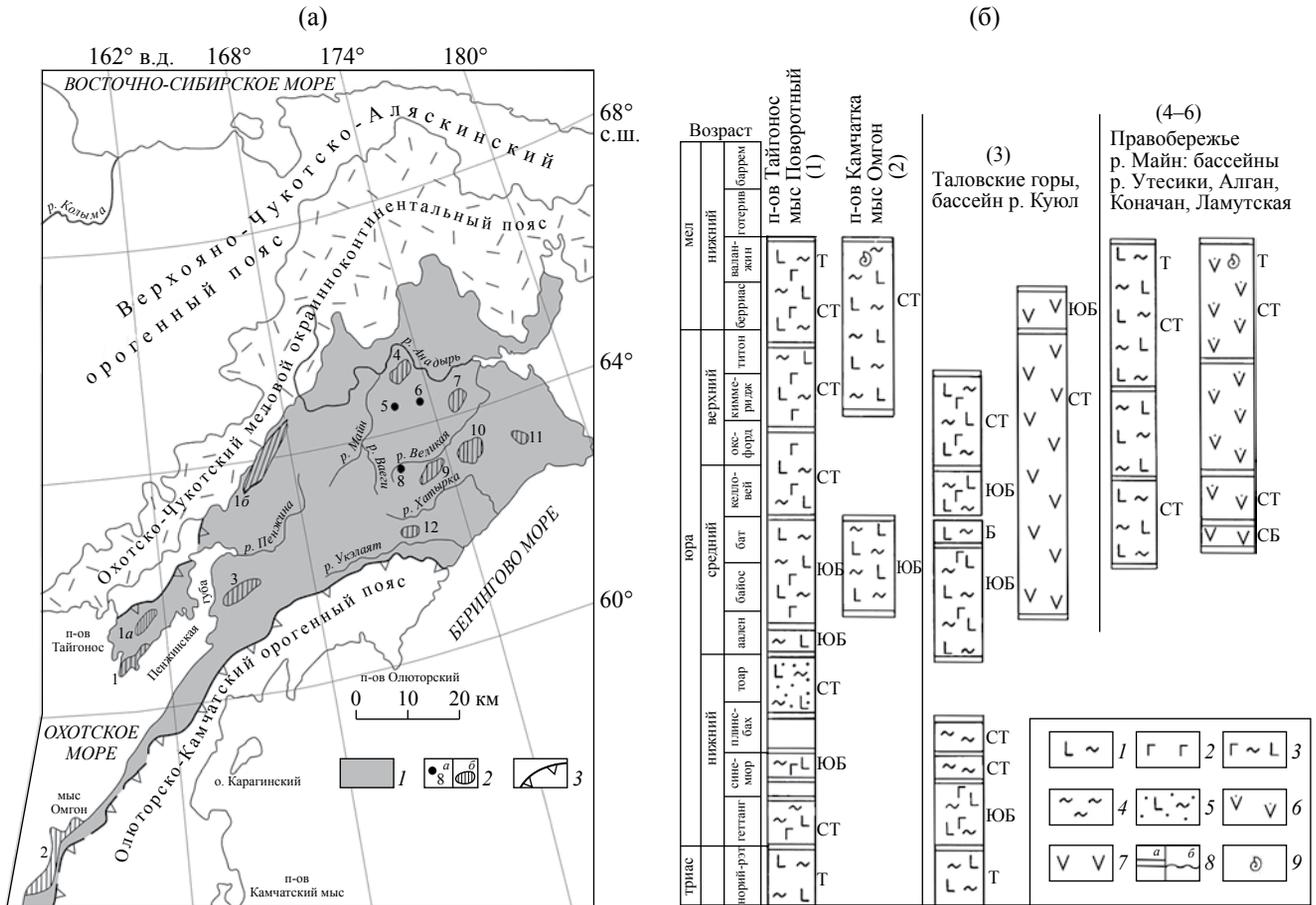
Охотско-Корякский орогенный пояс (ОКОП) Востока Азии, включающий аллохтоны морских среднемеозойских толщ, занимает тыловую позицию в системе периокеанических орогенных поясов Тихого океана, протягиваясь полосой конформно по его ограничению от Анадырско-Берингоморского региона через западную Камчатку и п-ов Тайгонос к побережью Охотского моря (рис. 1). С юга на образования ОКОП по Ватынско-Укэляятской сутуре шарьированы породы приближенного к Тихому океану кайнозойского Олюторско-Камчатского орогенного пояса. На севере структуры ОКОП по Юдома-Алучинской сутуре [23] граничат с Сибирским кратоном и Верхояно-Чукотской тектонической областью. Возраст оформления ОКОП определяется интервалом апт—средний альб: в его строении участвуют тектонически совмещенные в покровно-надвиговых дислокациях аллохтонные комплексы до баррема включительно, локально претерпевшие синорогенный среднемеловой метаморфизм; неавтохтоном служат меловые (начиная с верхнего альба) и кайнозойские породы. Корреляция толщ совокупности тектоностратиграфических разрезов среднемелового орогенного пояса на основе палеонтологических, петрогеохимических и фациально-литологических критериев показала широкое распространение пород интервала ранняя юра—баррем различных обстановок накопления [2, 3, 15, 27, 40]. Среди вулканитов океанического генезиса (рис. 1б, 2) широким распространением пользуются базальты срединно-океанических хребтов (MORB-типа), а также толеиты

и щелочные базальты океанических островов (OIB-типа) с прослоями яшм и кремней. Океанические глубоководные впадины представлены маломощными конденсированными разрезами кремнистых пород. Крайинно-морские образования включают терригенно-туфогенные, реже базальтовые толщи, а объем кремнистых разностей в них значительно сокращается. Среди пород островных дуг главный объем принадлежит дифференцированным вулканитам активных континентальных окраин (IAB-типа) и их туфам.

Для того, чтобы охарактеризовать не только генезис, но и полный биостратиграфический объем среднемеозойских пород аллохтонов в разрезах орогенного пояса, для каждого из их местонахождений (рис. 1, пункты 1–12) представлены колонки, в которых тектонические пластины разновозрастных пород размещены в стратиграфической последовательности (рис. 1а, 2). Колонки также сопровождаются аббревиатурами, указывающими на температурный режим среды обитания радиоляриевых ассоциаций Пацифики. Характеризуемые ниже по отдельным временным срезам ряды обстановок накопления среднемеозойских кремнисто-терригенно-вулканогенных толщ региона базируются на сочетании данных радиоляриевых методов с ранее полученной литолого-геохимической информацией [9, 15, 27, 40].

**Ранняя юра.** На мысе Поворотный юга п-ова Тайгонос (пункт 1 на рис. 1а, 1б) датированы геттангские и синемюрские подушечные базальты MORB-типа с прослоями и линзами кремней и яшм (общей мощностью до 500 м). В отдельных пластинах присутствуют высокотитанистые базальты OIB-типа [3], что свидетельствует о наличии в пределах океанического ложа вулканических островов и поднятий. Интервал позднего плинсбах—раннего тоара юга п-ова Тайгонос представлен сочетанием базальтов MORB-типа с прослоями яшм, кремней (нередко с примесью вулканического пепла) и известняков [3, 7, 17], накапливавшихся, видимо, во внутренних частях крайинно-морского бассейна или на периферии океанической акватории с внутренними поднятиями. На мысе Поворотный п-ова Тайгонос обнаружены также нижнеюрские островодужные базальты IAB-типа [7].

Восточнее, в бассейне р. Куюл (пункт 3 на рис. 1б, 2), интервал геттанг—плинсбах представлен двумя типами океанических толщ [19]. Одна из них (до 300–400 м) — базальты MORB-типа с прослоями кремнистых пород и известняков, а также линзами базальтов OIB-типа. Океаническое ложе этих участков включало карбонатные и вулканические поднятия. Вторая толща — слоистые кремни и яшмы мощностью первые

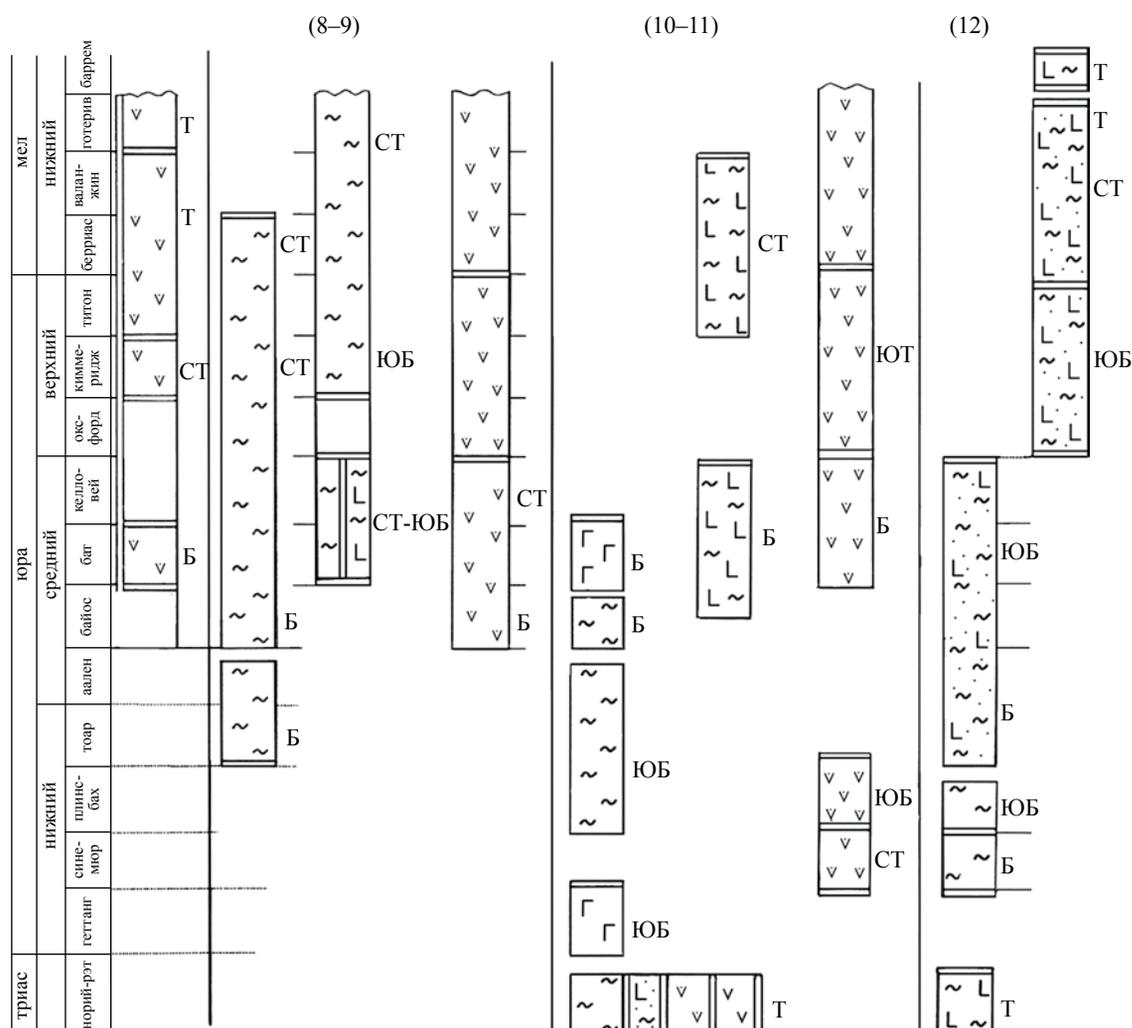


**Рис. 1.** Мезозойские аллохтонные комплексы Охотско-Корякского среднемелового орогенного пояса. (а) – Позиция тектоностратиграфических разрезов с кремнисто-терригенно-вулканогенными аллохтонными отложениями среднего мезозоя. 1 – Охотско-Корякский покровно-надвиговой среднемеловой орогенный комплекс (деформированные в кайнозое альб-кайнозойские неавтохтоны сняты); 2 – радиолярийсодержащие кремнисто-терригенно-вулканогенные породы в тектоностратиграфических разрезах: а – внемасштабные выходы, б – поля (цифры указывают географические пункты, подписанные на рис. 1а, 1б); 3 – фронтальные надвиги орогенных поясов (прерывистый знак – предполагаемый надвиг). (б) – Стратиграфическая последовательность аллохтонных тектонических пластин среднемезозойских радиолярийсодержащих пород в Западнокамчатской-Корякской части Охотско-Корякского среднемелового орогенного пояса. 1–4 – океанические породы: 1 – кремнистые породы и базальты типа MORB, 2 – кремнистые породы и базальты типа OIB, 3 – базальты MORB и OIB нерасчлененные, 4 – кремни и яшмы глубоководных впадин; 5 – океанические и окраинно-морские породы нерасчлененные; 6 – породы окраинно-морские и прилежащих склонов островных дуг; 7 – островодужные породы; 8 – контакты толщ: а – тектонические надвиги, б – несогласного залегания; 9 – макрофауна. Справа от колонок буквами обозначены палеошироты (палеоклиматические области формирования): Б – бореальная, ЮБ – южно-бореальная, СТ – северотетическая, Т – тетическая.

десятки метров – характеризует участки абиссали, удаленные от областей сноса. Подобная толща кремней интервала тоар–аален слагает пластину в бассейнах рек Завитая, Койвэрлан (рис. 1б, 2, пункты 8, 9).

Северо-восточнее, в хр. Рарыткин (пункт 7 на рис. 1б, 2, 3), окраинно-морская толща геттанга [9, 15] образована переслаивающимися толеитами, туффитами и туфами с линзами яшм и кремней (около 150 м). Южнее, в бассейне р. Эльгеваем, присутствует тектонический фрагмент

геттангского внутриокеанического вулканического поднятия (пункты 10, 11 на рис. 1б, 2); щелочные базальты OIB-типа с прослоями яшм, реже известняков (до 300 м). В абиссальных котловинах океана в плинсбахском и ааленском веках накапливалась маломощная (первые десятки метров) толща черных кремней и яшм. Кремнисто-терригенные (с примесью пепла) турбидиты позднего геттанга–раннего синемюра двух пластин бассейна р. Эльгеваем формировались, скорее всего, в пределах окраинного бассейна, вблизи



**Рис. 2.** Стратиграфическая последовательность аллохтонных тектонических пластин среднемезозойских радиоларийсодержащих пород в центральной и южной частях Охотско-Корякского среднемелового орогенного пояса. Местонахождения разрезов, помеченные цифрами в скобках, показаны на рис. 1а. Условные обозначения см. на рис. 1б.

островодужного поднятия. Южнее, в бассейне рек Укэляят, Пикасьваям, Ваамочка (пункт 12 на рис. 1б, 2) две пластины раннеюрских пород образованы чередующимися кремнями, яшмами, кремнисто-глинистыми разностями (до 200 м), вероятнее всего, океанской природы [4, 27].

**Средняя юра.** Пакет тектонических пластин на юго-западе п-ова Тайгонос (пункт 1 на рис 1б, 2) включает базальты MORB-типа с прослоями и линзами яшм и кремней, формировавшиеся в аалене–келловее близ зон спрединга. Вулканическим островам соответствуют обогащенные базальты OIB-типа с линзами кремнистых пород. В аналогичных условиях накапливались позднебайосс–батские толщи пластин хр. Омгон Западной Камчатки (пункт 2 на рис. 1б, 2). Пластины океанических среднеюрских базальтов широко

распространены и восточнее, в пределах бассейнов рек Майн, Алган, Коначан, Ламутская (пункты 3а, 4–6 на рис. 1б, 2), а также Мал. Научирынай, Научирынай (пункты 10, 11 на рис. 1б, 2). Присутствуют и характерные для океанических островов ферро-титанистые базальты с маломощными прослоями яшм [2, 15]. В междуречье Хатырка – Укэляят (пункт 12 на рис. 1б, 2) на среднеюрском уровне по надвигам совмещены глубоководные яшмо-базальтовые и окраинно-морские кремнисто-терригенно-вулканогенные толщи. На среднеюрском океанском ложе с приспрединовыми участками смыкались глубоководные впадины, индентифицируемые конденсированными маломощными (80–100м) толщами яшм и кремней (пункты 8, 9 на рис. 1, 2), непрерывные

разрезы которых местами охватывают интервал от байоса до берриаса включительно [10].

Среднеюрский интервал включает также островодужные и окраинные образования. Так, Куюльский пакет пластин (пункт 3 на рис. 1б, 2) венчается пластиной дифференцированных вулканитов с линзами яшм с радиоляриями байоса—раннего берриаса. Тектоническое совмещение позднебатских островодужных и келловейских окраинно-морских пород установлено на горе Семиглавой, в бассейне р. Утесики и в хр. Рарыткин (пункты 4—8 на рис. 1, 2).

**Поздняя юра-ранний мел.** Оксфорд-валанджинский интервал п-ова Тайгонос и м. Омгон включает несколько пластин кремнисто-базальтовых образований (пункты 1, 2 на рис. 1б, 2), характерных для зон спрединга и внутриокеанических лавовых островов [4, 6, 7, 10], а также вулканиты островодужного надсубдукционного типа. Пластины позднеюрских-готеривских островодужных вулканитов известково-щелочной серии, а также терригенно-туфогенных ассоциаций преддуговых и тыловодужных прогибов мощностью до 300—600 м, датированных по бухиям, иноцерамам, аммонитам и белемнитам, слагают значительные площади в междуречье Мургаля—Пенжины (пункт 1в на рис. 1а). Кремнисто-вулканогенные океанические породы оксфорда—готерива образуют пластины в долинах рек Коначан и Научирынай (пункт 5 на рис. 1б, пункты 10—11 на рис. 2). Другой, кремнистый тип глубоководных отложений, наиболее полно (от титона до берриаса) представлен в бассейне р. Кайвэрэлан и на горе Семиглавой (пункты 8—9 на рис. 1б, 2). Тектонические фрагменты окраинно-морских и островодужных пород с радиоляриями позднего кимериджа и титона—готерива широко распространены в хр. Рарыткин. К югу от р. Пикасьваям (близ пункта 12 рис. 2) обнаружена пластина характерных для океанских поднятий карбонатно-кремнисто-вулканогенных пород баррема.

#### РАДИОЛЯРИИ КАК ИНДИКАТОРЫ ШИРОТНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАЛЕООБСТАНОВОК НАКОПЛЕНИЯ КРЕМНИСТО-ВУЛКАНОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В СРЕДНЕМЕЗОЗОЙСКОЙ СЕВЕРНОЙ ПАЦИФИКЕ

В современных океанах осадконакопление контролируется климатическими зонами [20], что справедливо и для обитания радиоляриевых сообществ. В северной половине Тихого океана выделяются три комплекса современных радиолярий [18 и др.]: бореальный (субарктическая

водная масса), распространенный севернее 41°с.ш. на западе и 54°с.ш. на востоке; смешанный, между 41°с.ш. на западе и 54°с.ш. и 30°с.ш. на востоке; тропический (субтропическая водная масса) к югу от 40°с.ш. В периоды потепления в аркто-бореальной области появляются тропические виды [21]. Нарушение климатической зональности имеет место в районах течений, например, течение Куроисио и Тихоокеанского дрейфа заносит теплые тропические виды в аркто-бореальную зону, а Калифорнийское — более холодные воды в юго-западную часть Тихого океана [18, 21].

Идентификация широт в юрско-раннемеловой Пацифике (рис. 3) опирается на таксономические составы радиоляриевых ассоциаций [49, 50, 57, 58]. Так, высокий процент видов семейства *Pantanellidae* в сочетании с разнообразием видов рода *Ristola* указывает на тепловодную область с максимумом распространения в приэкваториальных широтах — от 30°ю.ш. до 30°с.ш. (рис. 3а). Доминирование видов рода *Parvicingula* служит явным признаком бореальности (рис. 3б). Максимальная его встречаемость приходится на умеренно высокие (южнобореальные) и высокие (северобореальные) широты (рис. 3а). Редкое присутствие рода *Parvicingula* в радиоляриевом комплексе определяет северотетическую область и субэкваториальные (22°с.ш.— 30°ю.ш.) широты (рис. 3а). Род *Mirifusus* имел распространение от экватора до умеренно высоких, южнобореальных (30°— 38°с.ш.) широт, а вид *Acanthocircus dicranocanthos* был распространен только в приэкваториальной области (30°ю.ш.— 30°с.ш.) (рис. 5б). В высоких северобореальных (38°с.ш.— 60°с.ш., возможно, выше) широтах роды *Pantanellium*, *Mirifusus*, *Zartus* отсутствуют. Иногда высокий процент видов семейства *Pantanellidae* встречается в южнобореальной и нотальной провинциях [44].

Информацию о палеоширотной зональности дают также особенности морфологии раковин радиолярий. Сглаженная, просто устроенная или губчатая стенка раковин типична для высоких и умеренных широт, а сложная, двухслойная, часто псевдоаулофаковая, армированная тончайшими иглами более характерна для низких широт.

Подчеркнем, что термин “тетический” не означает принадлежности радиолярий к одноименному океану, а характеризует лишь тепловодность среды обитания, которая может возникнуть либо на низких приэкваториальных широтах, либо при общем потеплении климата даже на высоких бореальных широтах [18].

Анализ температурного режима обитания радиолярий позволяет установить и степень тепловодности среды нередко сопровождающих их бухий, считающихся классической бореальной

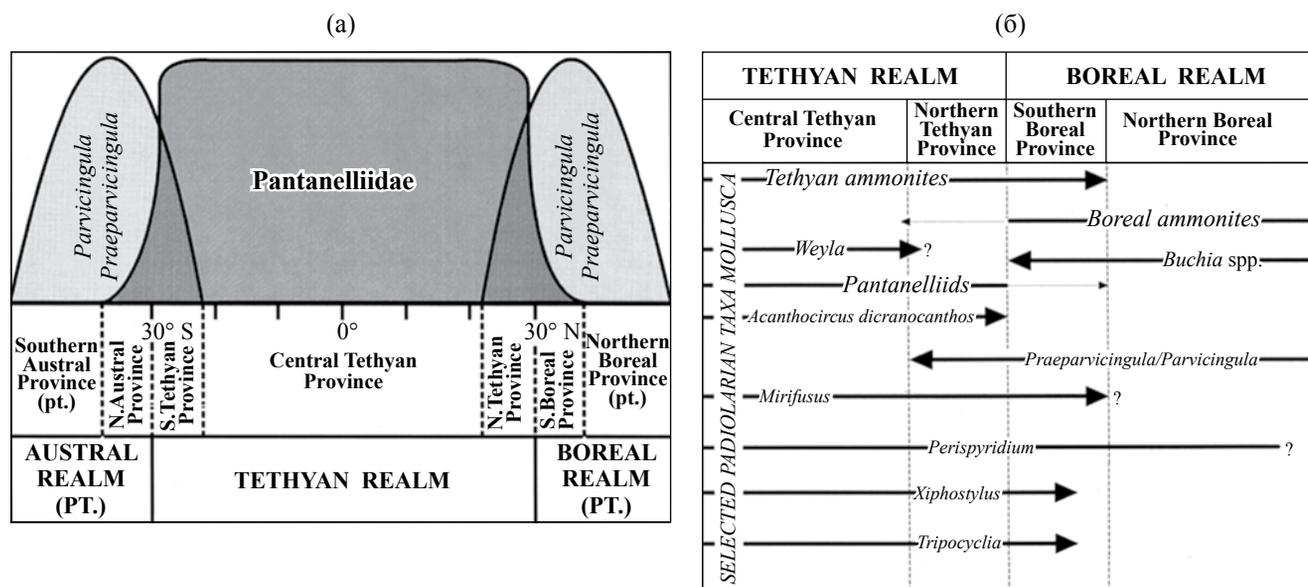


Рис. 3. Палеоширотная модель, по Пессаньо [45]: (а) – Распределение радиоларий сем. *Pantanelliidae* и родов *Parvicingula*, *Praeparvicingula* по палеоширотам для юры–раннего мела. Граница тетической и бореальной палеоширотных областей по 30° с.ш., а северо-тетической и центрально-тетической по 22° с.ш.; (б) – Распределение некоторых видов и родов радиоларий и моллюсков по палеоширотам мезозоя.

фауной. Современные местонахождения мезозойских бухий от 70° с.ш. (Аляска, Канада) до 40° ю.ш. (Новая Зеландия) и в приэкваториальной области (Индонезия, Мексика) на обрамлении Пацифики не отвечают их первоначальному месту обитания (как и радиоларий), что доказано террейновым анализом и данными палеомагнетизма [48 и др.]. А потому вопрос температурного режима среды обитания бухий остается открытым.

**Поздний триас.** Повсеместно в радиолариевых ассоциациях кремнисто-базальтовых толщ рэта Корякского нагорья, п-ова Тайгонос и бассейна р. Куял присутствуют многочисленные представители семейств *Livarellidae* и *Saturnalidae* (*Deflandrastrum*, *Kozurastrum*, *Saturnosphaera*), а также *Pantanelliidae*, которые свидетельствуют о том, что поздний триас характеризовался теплым климатом.

**Ранняя юра.** Массовое появление в раннем геттанге группы высококонических парвицингулид связано с глобальным похолоданием на рубеже триаса и юры, охватившим и высокие широты Северного Полушария [14]. Вместе с тем различие сообществ радиоларий показывают, что осадконакопление этого времени происходило на разных широтах. Так, океаническое базальтовое поднятие Корякского нагорья (р. Научирынай, рис. 2, пункты 10, 11) в раннем геттанге формировалось в южнобореальных, умеренно высоких широтах, поскольку в яшмах здесь обнаружены *Saitoum keki*, *Bipedis*, *Paleosaturnalis* sp., *Pantanellium inornatum*.

На холодноводную среду указывает значительное количество высококонических представителей семейства *Parvicingulidae* (*Atalantria epaphrodita*, *Parvicingula grantensis*). Одновозрастная присрединговая кремнисто-базальтовая толща р. Куял и п-ова Тайгонос, благодаря присутствию в яшмах *Pseudocrucella*, *Pantanellium* и *Protopsiium*, формировалась на северотетических, субэкваториальных широтах, поскольку парвицингулиды в них крайне редки. Верхнегеттангские слои с *Canoptum merum* п-ова Тайгонос (толща океанических кремней) с доминированием северотетических видов формировались южнее 30° с.ш. [50].

Разноширотные обстановки накопления выявляются по радиолариям в Пацифике и для синемюрского века. Глубоководные впадины с кремнистыми толщами располагались как на субэкваториальных (кремни с радиолариями северотетического облика, рис. 1б, пункт 3), так и на бореальных, высоких широтах (кремни с радиолариями бореального типа, рис. 2, пункт 12). Южнобореальную позицию занимали окраинно-морские бассейны с соответствующим комплексом радиоларий.

Океанические глубоководные кремни плинсбах бассейна р. Хатырка (рис. 2, пункт 12) содержат радиоларии, отличающиеся мелкопористостью и доминированием высококонических мультициртоидных форм с тонкими апикальными иглами, характерных для бореальной и южнобореальной обстановок, а также для

зон апвеллинга с подъемом более холодных вод. На это же указывают сглаженность скелетов (*Pseudoristola*), высокий процент губчатых конических форм (*Canoptum*, *Paracanoptum*, *Paradroltus*, *Laxtorum*) в сочетании со скрытоцефалическими (*Minocapsa*, *Tricolocapsa*) и парагенетическая ассоциация с фрагментами спикул губок. Синхронные глубоководные кремни бассейна р. Куюл (рис. 16, пункт 3) занимали, вероятно, субэкваториальную позицию, поскольку содержат радиолярии северотетического облика. Крайнеморская толща п-ова Тайгонос и океанические кремнистые породы бассейна р. Куюл конца плинсбах-начала тоара (рис. 16, пункты 1 и 3) содержат радиолярии тепловодного северотетического облика (*Pachyoncus*, *Turanta*, *Zartus*). Во второй половине тоара Пацифика характеризовалась холодноводностью, на что указывает появление трех новых родов высококонических парвицингулид (*Elodium*, *Praeparvicingula*, *Parvicingula*), отсутствующих в Тетисе.

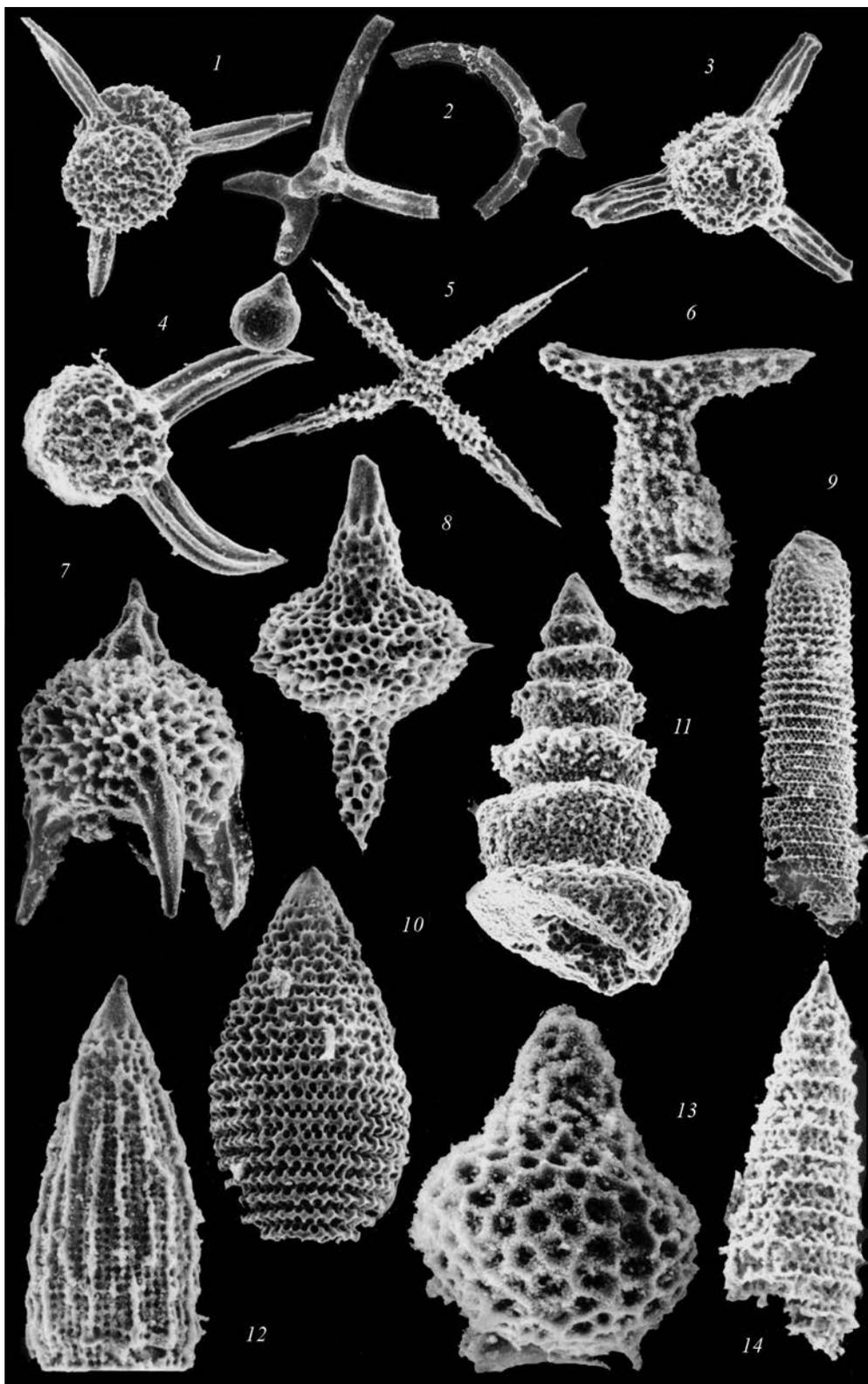
**Средняя юра.** Ааленский комплекс радиолярий из глубоководных кремней бассейна р. Талякаурухын (рис. 2, пункты 8, 9) с *Laxtorum jurassicum* [6] благодаря обилию губчатых форм и примитивно скульптурированных *Praeparvicingula elementaria* (Carter) [37, 38], а также многочисленных паразуумов [5], имеет суббореальные черты. Суббореальный ранне-среднебайосский комплекс с *Pantanellium foveatum* – *Bagotum maudense* из океанических кремней (бассейна р. Койвэрлан) с обилием губчатых представителей рода *Bagotum* благодаря присутствию *Pantanellium* и многочисленных *Eoxitus hungaricus* Kozur указывают на тепловодную среду и приближенность к субэкваториальной области. Указанный комплекс радиолярий начала средней юры сходен с одновозрастными суббореальными радиоляриевыми ассоциациями Японии и Северной Америки [36, 37]. Другое положение занимали в позднем байоссе кремнисто-вулканические толщи океанического ложа (рис. 16, пункты 4–6) с многочисленными пантанеллидами (*Pantanellium*, *Zartus*) и низкоконическими циртоидеями рода парвицингула, указывающими на южнобореальную или субэкваториальную область.

В батском веке почти для всех рассматриваемых отложений были свойственны бореальные режимы. Об этом свидетельствует содержание среди радиолярий более 75% холодноводных видов, а также наличие родов *Parvicingula* Pessagno и *Praeparvicingula* Pessagno et Blome et Hull, которые имели расцвет в средней юре; их длительное существование, вероятно, обусловлено продолжительным среднеюрским похолоданием [14, 58]. В южнобореальных условиях формировались лишь некоторые океанические

и окраинно-морские толщи (рис. 16, 2). Только в позднебат-раннекелловейских радиоляриевых комплексах океанической толщи кремней междуречья Талякаурухын–Завитая и горы Семиглавая (рис. 16, 2) встречен тетический вид *Podobursa helvetica* (Rust), указывающий на палеошироты вблизи 30°с.ш.

Келловейские радиоляриевые ассоциации островодужных и океанических кремнисто-базальтовых толщ рассматриваемого региона, наряду с холодноводными высококоническими *Parvicingula*, содержат многочисленные виды тетического облика, включая *Archaeodictyomitra amabilis* Aita, *Gongylothorax favosus* Dumitrica, *Sethocapsa funatoensis* Aita, *Tethis bernoullii* Baumgartner, *Zhamoidellum ventricosum* Dumitrica, что позволяет отнести их к субэкваториальным широтам (южнее 30°с.ш.). Кроме того, в островодужной толще горы Семиглавой описаны [22] раннекелловейские перисфинктиды (*Choffatia*) и оппелиды (*Putealicerias*, *Lunuloceras*) несомненно тетического характера. Примечательно, что наиболее перемещенные породы с келловейским северотетическим радиоляриевым комплексом, включающим *Gorgansium pulchrum* (Kocher), *Higumastra inflate* Baumgartner, *Tritrabs rhododactylus* Baumgartner, *Thetissetta dhimenaensis* (Baumgartner), расположены в бассейне р. Утесики на современном 65°с.ш. Некоторые виды парвицингулид из этого комплекса обнаруживают сходство с орегонскими формами из Северной Америки [10], где их сопровождают аммониты как бореального (*Cadoceras*, *Keplerites*, *Pseudocadoceras*) и умеренно широтного (*Parareinecia*, *Lillocoettia Xenoccephalites*) облика, так и тетического типа [38]. Вымирание в конце келловейя родов *Canelonus* и *Triversus* среди парвицингулид, скорее всего, было связано с наступившим в конце средней юры потеплением.

**Поздняя юра–ранний мел.** С середины юры радиоляриевые сообщества регистрируют нарастание температурного режима водной массы Северной Пацифики. Так, окраинно-морская туфо-кремнистая толща пластины бассейна р. Научирынай (рис. 2, пункты 9–11) содержит отличающийся таксономическим разнообразием оксфорд-кимериджский комплекс радиолярий (слои с *Mirifusus guadalupensis* – *Parvicingula elegans*): *Triactama blakei* (Pessagno), *Pseudocrucella magna* Blome, *Bernoullius cristatus* Baumgartner, *Hsuum cuestaensis*, *H. maxwelli* Pessagno, *Napora lospensis* Pessagno, *Mirifusus guadalupensis* Pessagno, *Parvicingula elegans* Pessagno et Whalen, *Ristola altissima* (Rust). Этот уникальный по количеству видов и разнообразию всех морфологических групп комплекс радиолярий (аналогичный таковому из францисканского комплекса [49, 50]) содержит более 70% видов тетического облика



**Рис. 4.** Радиолярии позднего кимериджа—раннего титона Корякского нагорья (р. Малый Научирынай, обр. ДН-757-6).

1 – *Triactoma* ex gr. *echiodes* Foreman,  $\times 90$ , 2 – *Acanthocircus dicranacanthos* Squinabol,  $\times 90$ , 3 – *Triactoma blakei* (Pessagno),  $\times 90$ , 4 – *T.* cf. *cornuta* Baumgartner,  $\times 100$ , 5 – *Pseudocrucella magna* Blome,  $\times 100$ , 6 – *Bernoullius?* sp.,  $\times 155$ , 7 – *Napora lospensis* Pessagno,  $\times 145$ , 8 – *Podobursa helvetica* (Rüst),  $\times 150$ , 9 – *Ristola altissima* (Rüst),  $\times 85$ , 10 – *Mirifusus* ex gr. *mediodilatatus* (Rüst),  $\times 90$ , 11 – *Obesacapsula pacifica* Vishnevskaya,  $\times 85$ , 12 – *Hsuum* ex gr. *maxwelli* Pessagno,  $\times 180$ , 13 – *Podocapsa?* sp.,  $\times 275$ , 14 – *Parvicingula* cf. *elegans* Pessagno & Whalen,  $\times 120$ .

(рис. 4) при явном подавлении южнобореальных видов [5] и сопровождается тетическими аммонитами *Ochetoceras* и *Buchia* ex gr. *concentrica*.

Об общем потеплении морской среды Пасифики свидетельствуют и радиолярии северо-тетического облика в породах океанического ложа – кремнисто-базальтовых присрединговых зон и яшмо-кремнистых глубоководных впадин (рис. 1б, 2). Потепление распространилось в высокие широты океана, где в это время формировалось, судя по плиттестоническим реконструкциям [53 и др.], большинство рассматриваемых толщ. Однако радиоляриевые комплексы южно-бореального облика обнаружены в ряде пластин кимериджских океанических и островодужных пород (рис. 2, пункты 8, 9, 12), что свидетельствует, видимо, о постепенном характере в нарастании температур.

Титонский комплекс радиолярий слоев с *Parvicingula haeckeli* из океанических и окраинно-морских толщ (рис. 2, пункты 7–11) включает многочисленные тетические виды *Tethysetta hexagonata* (Heitzer), *T. spinosa* (Grill and Kozur), *Caneta blomei* Yang, *Podobursa tricola* Foreman, *Zhamoidellum ovum* Dumitrica, *Stichomitra tairai* Aita и синхронен средневожским аммонитам (*Aulacosphinctes*, *Beriasella*, *Subplanites*, *Primorites*, *Virgatosphinctes*) и бентосным бухиям [22]. Сходный теплолюбивый комплекс радиолярий отмечен в кремнях из основания разреза поднятия Шатского (скв. 305 СС) [1].

Переходные верхнетитон-нижнеберриасские слои с *Mirifusus baileyi* – *Parvicingula khabakovi*, присутствующие во всех генетических типах пород Охотско-Корякского орогенного пояса (рис. 2, пункты 7–11), характеризуются доминированием видов тетического облика: *Acanthocircus dicranacanthos* (Squinabol), *Ditrabs sansalvadorensis* (Pessagno), *Pantanellium berriasianum* Baumgartner, *Mirifusus mediodilatatus* (Rust), *M. baileyi* Pessagno, *Podocapsa amphitreptera* Foreman, против немногочисленных холодноводных *Parvicingula khabakovi* (Zhamoida), *P. blowi* Pessagno. Комплекс представлен всеми морфологическими группами радиолярий, а наличие многочисленных дискоидей, подбрус и акантоциртид, наряду с разнообразными патанеллидами, указывает на тепловодный характер водных масс. Кремнисто-базальтовые толщи этого возраста п-ова Тайгонос и м. Омгон (рис. 1б, пункт 1, 2) содержат многочисленные тетические виды *Ristola cretacea* Baumgartner, *Mirifusus mediodilatatus* (Rust), сочетающиеся с бухиями [6] и с бореальными *Parvicingula*.

Меловое потепление продолжалось и в валанжине. Средне-позднеберриас-ранневаланжинские радиолярии (слои с *Sethocapsa trachyostraca* – *Mirifusus chenodes*) из известковистых яшм океанических поднятий (рис. 1б, пункты 4–6, рис. 2,

пункт 12), и поздневаланжинские радиолярии (слои с *Dibolachras tythopora*) (рис. 1б, пункты 2, 4–6, рис. 2, пункт 12) из океанических и окраинно-морских пород (рис. 1б, пункты 2, 4–6, рис. 2, пункт 12) представлены тетическими формами (*Emiluvia orea*, *Pantanellum lanceolata*, *Acaeniotyle diaphorogona*, *Archaeodictyomitra excellens*, *Mirifusus mediodilatatus*, *M. chenodes*, *Podobursa polylophia*, *Parvicingula ananassa*, *Pseudodictyomitra depressa*, *Xitus alievi*, *Ristola*, дополняющиеся бореальными видами рода *Parvicingula*. Примечательно, что тепловодные поздне-титон-средневаланжинские радиоляриевые комплексы часто встречаются не только в одних слоях, но даже в одних образцах с бухиями [58]. Поэтому нельзя исключить тепловодный характер этих бухий, обычно считающихся признаками бореальных климатических обстановок.

Готеривские океанические и окраинно-морские кремнисто-базальтовые породы (рис. 1б, 2) включают комплексы преимущественно тетического облика с *Cecrops septemporatus*, *Archaeodictyomitra apiara*, *Mirifusus mediodilatatus minor*, *M. chenodes*, *Tethysetta boesii*, *Sethocapsa uterculus*, *S. trachyostraca*, *Thanarla eleganssima*, *Xitus spicularius*, что подтверждает тепловодный характер палеобассейнов. Тетические радиолярии преобладают и в присрединговых базальтах (рис. 2, пункт 12) с позднебарремскими слоями с *Crolanium puthiae* [58]. По таксономическому составу эти радиолярии очень близки одновозрастной ассоциации плато Хесса в Центральной Пасифике (скв. 462–463) [1].

Таким образом, рассмотренные кремнисто-вулканогенные толщи (находящиеся ныне в перемещенной позиции), судя по характеристикам сопутствующих радиоляриевых сообществ, формировались на разных палеоширотах мезозойского Тихого океана, что наиболее четко проявлено для этапов ранней и средней юры. При этом нельзя исключить определенного влияния внутритрокеанических течений на распределение синхронных, но разобщенных по площади радиоляриевых комплексов различных температурных водных режимов. Кроме того, радиоляриевые сообщества позволили установить общее изменение климата биосферы Пасифики: теплый триасовый интервал сменился с конца титона постепенным потеплением с максимумом температур в интервале валанжин–баррем.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Судя по комплексу геолого-геохимических признаков, аллохтонные кремнисто-вулканогенные ассоциации среднемелового Охотско-Корякского орогенного пояса на каждом временном

уровне интервала поздний триас–баррем представлены образованиями океанического, окраино-морского и островодужного генезиса; некоторая как бы “недостача” островодужных фаций (рис. 1б, 2) объясняется ограниченностью палеонтологических доказательств. При разработке вопросов палеоклиматической среды формирования этих разновозрастных и разнородных пород в пределах Пацифики учитывалось, что осадконакопление, как и в современных океанах [20], подчинялось климатической зональности. Проблема расшифровки палеоклимата включает два аспекта: реконструкцию палеоширот и тенденцию изменения климата (локально или глобально) во времени. В этих целях обычно используется комплекс методов, включая палеомагнитный, изотопно-кислородный палеотемпературный, литогенетический (наличие ледово-моренных отложений и т.п.). Существенный вклад в решение проблемы палеоклимата Пацифики вносит анализ радиоляриевых сообществ, что продемонстрировано в статье для интервала поздний триас–неоком.

Пластины поздне триасовых пород (норий-рэт), установленные на многих участках Охотско-Корякского орогенного пояса (рис. 1б, 2), включают фации всех вышеперечисленных геодинамических обстановок, причем океанические ассоциации Пацифики представлены как приспрединговыми яшмо-толеитовыми толщами, так и глубоководными кремнистыми разностями внутренних участков плит. Общим свойством радиоляриевых сообществ поздне триасовых пород является теплолюбивый облик, связанный с их формированием в период климатического оптимума, носящего глобальный характер [33].

Коренным образом меняются комплексы радиолярий Пацифики в ранней юре. Во-первых, появляются надежные признаки общего раннеюрского похолодания, а во-вторых, судя по радиоляриям, осадконакопление происходило как на умеренно низких, так и на высоких широтах. Явно высокоширотные, бореального типа радиолярии обнаружены в синемюрских океанических глинисто-кремнистых отложениях пластин между речья Хатырка–Пикасьваям–Укэлаят (рис. 2, пункт 12); с ними совмещена пластина аналогичного состава пород плинсбаха, включающая радиолярии южнобореального облика. Высокоширотными являются и кремнистые породы плинсбаха-тоара глубоководных впадин, содержащие южнобореальные радиолярии (рис. 2, пункты 10, 11), а также тоар-ааленские кремни долины р. Завитая с бореальными формами. Вместе с тем нижнеюрские кремнистые разности абиссальных участков океанического ложа накапливались и на субэкваториальных широтах, свидетельством чего являются соответствующего типа

радиолярии в пластинах яшм и кремней Таловских гор и бассейне р. Куюл (рис. 1б, пункт 3). На разных широтах формировались и приспрединговые раннеюрские яшмо-базальтовые толщи (зачастую с щелочными базальтами внутриплитных островов): на умеренно низких (геттанг п-ова Тайгонос) и умеренно высоких с южно-бореальными радиоляриями (геттанг–синемюр бассейнов рек Куюл и Научирынай) (рис. 1б, пункты 1, 3, рис. 2, пункты 10, 11). Окраинно-морские породы ранней юры также представляют разноширотные области накопления – совмещенные в едином тектоностратиграфическом разрезе р. Эльгеваем (рис. 2, пункты 10, 11) субэкваториальные (геттанг) и умеренно высокие (синемюр), и умеренно низкие (тоар п-ова Тайгонос). Таким образом, судя по радиоляриевым ассоциациям, вмещающие их океанические и окраинно-морские толщи в целом формировались в условиях похолодания как на умеренно высоких широтах Пацифики, так и частично в субэкваториальных его областях.

Однако нельзя исключить и ряд факторов, способных обеспечить появление в Пацифике на одном возрастном уровне и тепловодных, и холодноводных радиолярий. Так, тетического облика радиолярии развиваются даже на высоких широтах в мелководной среде морской поднятий и атоллов. Не менее реален и другой феномен: появление в Пацифике субмеридионального течения типа Курасио, которое могло обусловить миграцию тепловодных видов из субэкваториальных, тропических широт в бореальные, приполярные области. При этом могли быть преодолены не только южный субарктический фронт, но и северный субарктический (что составляет не более 3–7° или 300–700 км).

На среднеюрском этапе сохранились режим общего похолодания и накопление рассмотренных пород преимущественно в умеренно высокоширотных областях океана и окраинно-морских бассейнов с ассоциирующими островными дугами. И лишь в более тепловодной среде островодужных и внутрокеанических поднятий появились радиолярии с северотетическими характеристиками.

На этом этапе (190–160 млн лет), согласно магнитным линейным аномалиям, в Пацифике реконструируются разделенные зонами спрединга океанические плиты: Тихоокеанская, Изнагаги (будущая Кула), Фараллон и Феникс [16, 29, 53]. Разрастание в мезозое первой из них сопровождалось отодвиганием остальных плит к периферии океана и постепенной их субдукцией под края окружающих континентов [16, 53]. Рассмотренные нами средне мезозойские аллохтонные комплексы Охотско-Корякского орогенного пояса

изначально формировались, скорее всего, в пределах плиты Изанаги, длительно перемещавшейся в северных румбах [39] и субдуцировавшей под Лавразию.

Позднеюрский этап характеризовался сохранением расположения областей накопления рассмотренных пород в умеренно высоких широтах Пацифики. На это указывают оксфорд-кимериджские комплексы радиолярий бореального типа из пластин кремнистых океанических и окраинно-морских пород (гора Семиглавая и бассейн р. Научирынай). Вместе с тем на этом этапе появляются признаки постепенного общего потепления климата. Так, северотетическими характеристиками обладают океанические, окраинно-морские и островодужные комплексы радиолярий оксфорда–титона ряда пластин п-ова Тайгонос, Таловских гор, хр. Рарыткин, бассейна р. Койвэрэлан (рис. 16, 2).

Тенденция потепления климата в Пацифике наиболее полно проявилась на раннемеловом этапе, когда теплопроводностью обладали не только малоглубинные островодужные поднятия и окраинно-морские бассейны, но и водные толщи океанических акваторий, вплоть до придонных глубинных впадин с кремнистыми осадками. Постепенный характер нарастания климатического оптимума во времени демонстрируют единые разрезы кремнистых пород горы Семиглавая и долины р. Завитой, где комплексы радиолярий от средне-позднеюрского уровня к раннемеловому меняют облик с южнобореального на северотетический. Постепенное возрастание температур установлено и для раннего мела: северотетических характеристик радиолярии океанических, окраинно-морских и островодужных отложений берриасского-валанжинского веков сменяются в готериве и барреме тетическими комплексами радиолярий. Показательно, что именно этим наиболее тепловодным радиоляриям сопутствуют бухии, традиционно считающиеся индикаторами холодноводных сред.

Изменение и нарушение широтно-климатических режимов в Пацифике нередко связывают с внутритропическими течениями [18] или с инвазиями морских вод различных температурных свойств [14, 22]. Однако следует подчеркнуть, что мезозойские этапы кардинального потепления климата имеют планетарный масштаб [13, 33 и др.], что не может объясняться локальными или региональными причинами. Можно предполагать многофакторный комплекс таких причин, изменяющих биосферу Земли (как и события на литосферном и глубинных уровнях): влияющие на фигуру, объем планеты и положение ее в пространстве, изменение наклона земной оси

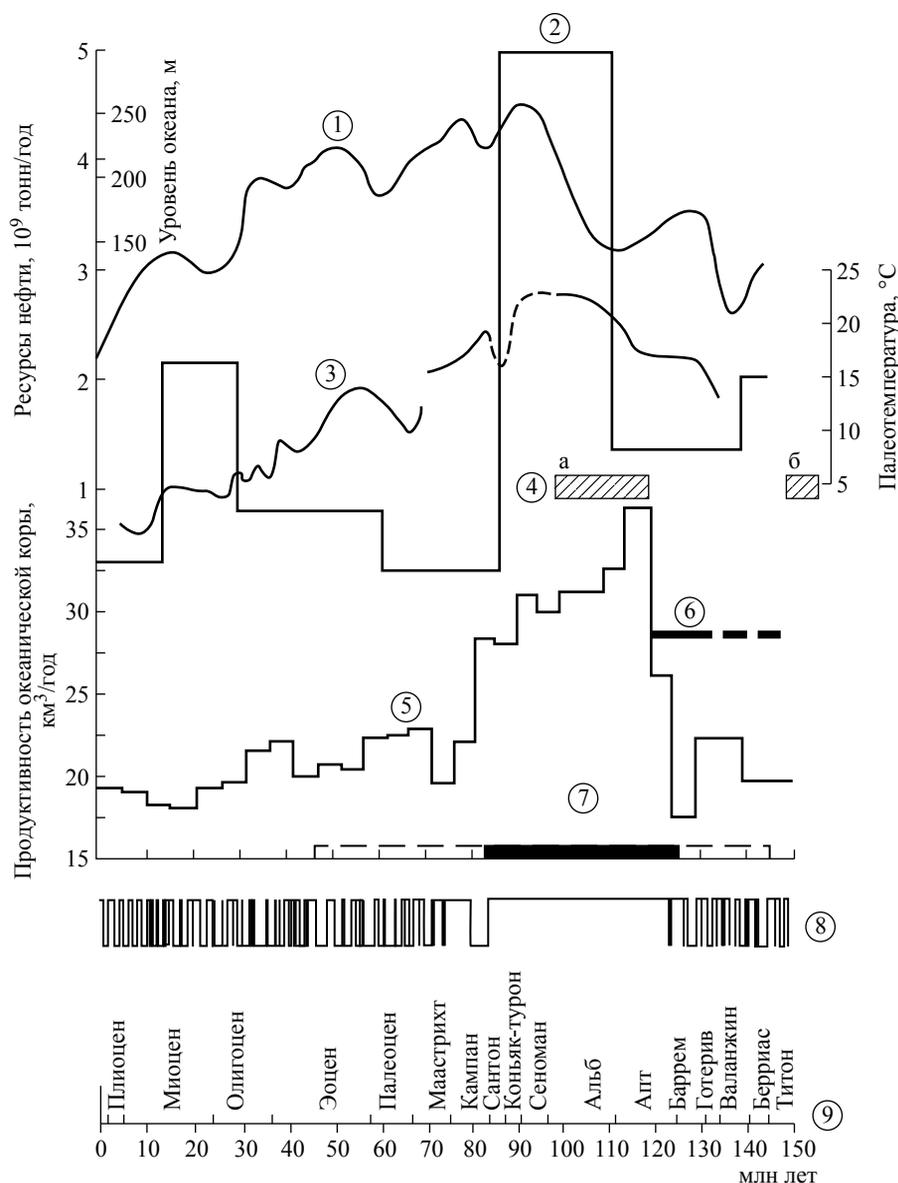
и ротационный механизм, а также сложные и не всегда идентифицируемые космические факторы (поскольку Земля является открытой системой) [30 и др.].

Вместе с тем в последние десятилетия появились убедительные данные о значительном (и, возможно, определяющем) воздействии эндогенных процессов Земли на события в пределах литосферы, а также на изменение свойств биосферы [12, 13, 16, 31, 33, 34, 43, 45–47, 51, 53, 55, 56 и др.]. В целом в этой концепции выстроена причинно-следственная связь от плюм-тектоники к плейт-тектонике и далее к биосфере. Мезозойские этапы потепления обнаруживают непосредственную временную и, как считается [12, 13, 16, 33, 45 и др.], генетическую связь с глобальной эндогенной активизацией Земли, а именно с импульсами мощных нижнемантийных суперплюмов. Проявления последних отражены большими объемами специфического внутривулканного магматизма [43, 46, 47, 51], изотопно-термальными [24 и ссылки там, 42, 45, 46, 55] и низкоскоростными сейсмическими аномалиями [35, 54, 56, 59], интенсивными газовыми эманациями, что в совокупности влияет на температурный режим биосферы, а также на состав и степень разнообразия биологических сообществ [33, 51, 58 и др.].

Действие суперплюмов характеризуется определенной периодичностью [12, 31, 46, 47, 51]. Этапу глобального триасового потепления, подтвержденного тепловодными радиоляриями аллохтонных пород триаса Востока Азии, соответствует интенсивный нижнемантийный апвеллинг конца перми–середины триаса [12, 31, 34 и др.]. Связанный с действием этого суперплюма базальтовый магматизм охватил обширные пространства Арктического региона, Сибири и Китая.

Раннемезозойское потепление в интервале ранняя-начало поздней юры резко сменилось похолоданием, чутким индикатором чего стали бореального облика радиолярии соответствующего возраста. Водная толща океанов обладала в это время температурно-плотностной стратификацией с высоким вертикальным градиентом температур. Придонный слой воды (психросфера, 500–1000 м) имел весьма низкие температуры в диапазоне от  $-0.5^{\circ}$  до  $+5^{\circ}$  C [41].

С конца юры похолодание в Пацифике постепенно сменилось эпохой интенсивного потепления, нараставшего вплоть до позднего мела и проявившегося как на континентах, так и в океанах [13, 33, 41 и др.]. Это потепление совпало с этапом энергичной эндогенной активности Земли, выразившейся в формировании системы нескольких нижнемантийных суперплюмов, создавших в целом планетарную систему. В пределах Пацифики



**Рис. 5.** Главнейшие меловые события в Мировом океане, по [41] с дополнениями. Цифры в кружках: 1 – кривая колебаний эвстатического уровня Мирового океана; 2 – кривая продуцирования нефти; 3 – кривая колебания палеотемператур поверхностных вод в высоких широтах; 4 – главнейшие меловые события на активных континентальных окраинах (а – средне меловой орогенез, б – позднеюрский орогенез); 5 – кривая изменения мирового продуцирования океанической коры; 6 – умеренно- и высокоширотные радиоляриевые сообщества Тихого океана из кремнисто-вулканогенных пород аллохтонов Востока Азии: пунктир – северо-тетического облика, сплошная линия – тетического облика; 7 – максимальный импульс Тихоокеанского суперплюма (пунктиром обозначены интервалы меньшей интенсивности); 8 – шкала магнитных инверсий Земли; 9 – шкала геологического времени.

в интервале 140–85 млн лет происходило развитие Тихоокеанского суперплюма [16, 45, 47], которому соответствовал этап безинверсионного магнитного поля (рис. 5). Суперплюм, по сейсмотомографическим данным, выражен низкоскоростными аномалиями, образующими систему вертикальных и сублатеральных зон, причем последние регистрируются на нескольких глубинных уровнях,

простираясь вплоть до подлитосферных уровней континентальных окраин [35, 56 и др.]. Эти сейсмоаномалии, интерпретируемые в качестве горячего, разуплотненного, легкоподвижного нижнемантийного материала [16, 47 и др.], обрисовывают сложной конфигурации суперплюм, представлявший систему нескольких центральных каналов с центробежно отходящими от него

латеральными ответвлениями, достигавшими континентальных окраин с созданием там феномена нижнемантийного поддвига плит — андерплейтинга [24, 25]. О мощности суперплюма свидетельствует обширная площадь связанной с ним магматической провинции базальтов внутриплитного (OIB-WPB) типа, охватившей акваторию и континентальное обрамление океана [25, 42, 55 и др.]. Мантийный магматизм сопровождался интенсивной дегазацией источников и оформлением термально-изотопной Тихоокеанской аномалии.

Аналогичным образом на юрско-меловом этапе действовал разветвленный Атлантико-Африканский суперплюм, проявлявшийся, судя по структурным последствиям и разновозрастности сопровождавшего его магматизма, дискретно во времени и пространстве [16, 29, 53 и др.]. Столь же сложна и конфигурация отражающих этот суперплюм отрицательных сейсмоаномалий Р- и S-волн, причем одно из его нижнемантийных ответвлений, согласно этим данным, поднялось к поверхности наклонно [52]. Северным завершением этого суперплюма являлся, по-видимому, Арктический суперплюм [28, 31], отраженный в сейсмоаномалиях [43 и др.] и функционировавший в интервале 189–95 млн лет при пике активности 144–115 млн лет (барриас-апт). Интенсивность этого суперплюма подчеркивается масштабом сопровождающей его магматической провинции (NALIP), диаметр которой составлял не менее 3000 км. Поскольку доказано пространственное сочленение периферических частей соответствующих обоим суперплюмам глубинных низкоскоростных сейсмоаномалий [54], можно предполагать возможную связь на мантийном уровне обоих Арктического и Тихоокеанского суперплюмов [26], что в совокупности с мезозойским Африкано-Атлантическим суперплюмом подчеркивает планетарный характер нижнемантийного апвеллинга конца юры—раннего мела.

Примечательно, что глобальным явилось и потепление климата этого времени [33 и ссылки там], распространившееся также в пределы Тихоокеанской биосферы и подтверждающееся тетическим обликом обитавших здесь радиолярий. Температуры приповерхностных вод в высокоширотных областях океанических акваторий в интервале апт—турон постепенно повышались от 13–15 °С до 20–22 °С [45] (рис. 5). Такой же постепенный режим потепления водной среды Северной Пацифики регистрируется радиоляриевыми комплексами: от северотетического типа (наряду с реликтовыми бореальными сообществами) в поздней юре до северотетических в барреме—валанжине и, наконец, тетическими на уровне готерива—баррема (рис. 1а, 2). Дополнительный глобальный

тепловой эффект возник на рубеже юры—мела благодаря раскрытию центрального и южного сегментов Атлантики и появлению сквозного экваториального течения, соединившего Атлантический и Тихий океаны [16, 29, 53]. В неокоеме температура поверхностных вод в этом “коридоре” достигала 25–30 °С [41].

Вызвавший глобальное потепление климата суммарный результат теплового воздействия обильного нижнемантийного магматизма, экстрагирования с мантийных глубин экстремальных количеств CO<sub>2</sub> (создавших парниковый эффект), появления сквозного экваториального течения в связи с реорганизацией литосферных плит привел к кардинальному изменению биосферы на континентах (в частности, к расцвету покрытосемянной флоры и возникновению феномена greenhouse) и в океанах. В акваториях (в том числе, и высокоширотных) резко снизился вертикальный температурный градиент водной среды, исчезла придонная психросфера, и прогретой оказалась вся толща воды [41]. Это привело к развитию даже на высоких широтах Пацифики теплолюбивых радиолярий.

Отмеченное выше тектоническое совмещение на континентальном обрамлении Тихого океана аллохтонов с разновозрастными отложениями различных обстановок накопления и с радиоляриевыми ассоциациями разных температурных режимов обитания находит объяснение с позиции раскрытия связей плюм- и плейт-тектоники. Воздействие в мезозое суперплюмов на литосферу выразилось вначале в интенсивном рифтогенезе континентальной коры, а затем в раннемеловом раскрытии новых океанических бассейнов (Атлантика, Канадский) и резком приросте коры в Тихом океане [16, 23, 29, 32, 45, 46, 53]. В интервале 125–85 млн лет объем прироста мировой океанической литосферы скачкообразно возрос от 15–20 · 10<sup>6</sup> до 30–32 · 10<sup>6</sup> куб. км в год (рис. 5). Темп продуцирования океанической коры начал нарастать еще в поздней юре, что привело в Пацифике к коллизии фрагментов древних (в том числе триас-среднеюрских) океанических плит и островных дуг (позднеюрский невадский, раннеколымский, раннеяньшаньский орогенезы). Однако наибольшей интенсивностью характеризовался среднемеловой (апт-ранний альб) орогенез, имевший в Пацифике циркумпериферическое распространение [11, 23, 29, 32 и др.]. На этом этапе максимальная активность Тихоокеанического суперплюма инициировала скачкообразное увеличение продуцирования океанических плит в Пацифике и резкое убыстрение их центрального перемещения [16], вызвавшего экстраординарное сжатие в пограничных с континентом областях. В этих условиях на северо-западной

периферии Тихого океана оформились покровно-надвиговые структуры Охотско-Корякского орогенного пояса, как результата столкновения, тектонического микширования и обдукции на континент фрагментов разновозрастных океанических, окраинных и островодужных образований разных широтных и климатических палеообстановок начального формирования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сопоставление совокупности тектоностратиграфических разрезов Охотско-Корякского орогенного пояса выявило почти во всех дискретных фрагментах аллохтонов породы интервала ранняя юра—баррем с широким вековым спектром обстановок накопления — островодужных, окраинно-морских, океанических. Среди океанических образований Пацифики распространены присрединговые кремнисто-вулканогенные фации (с базальтами типа MORB), базальты OIB-типа внутриокеанических поднятий, а также конденсированные маломощные разрезы яшмо-кремнистых пород глубинных впадин океанического ложа. Показательно, что морфология раковин радиолярий, содержащихся в рассмотренных толщах, отражает палеогеографическую и морфометрическую среду обитания, изменяясь на различных уровнях бассейнов — глубинных и в пределах морских поднятий.

Таксономические составы радиолярий и морфология их раковин использованы для расшифровки климатической палеозональности. Радиоляриевым методом установлено, что в ранней юре океанические присрединговые и внутриплитные кремнисто-базальтовые отложения формировались в Пацифике на высоких бореальных и низких приэкваториальных широтах. Подобная палеозональность в распределении океанических, окраинно-морских и островодужных накоплений выявлена и для средней юры, с доминированием, однако, бореальных обстановок. Породы аллохтонов поздней юры, как и раннего мела, несут признаки высокоширотных условий формирования в Северной Пацифике на фоне нараставшего глобального потепления.

Важный итог проведенных исследований — выявление по смене радиоляриевых сообществ признаков временной изменчивости климата в мезозое Пацифики и выяснение соотношения этой тенденции с температурным режимом биосферы в планетарном масштабе. Установлено, что триасовому периоду соответствовал климатический оптимум. Это повсеместное потепление сменилось в начале юры резким похолоданием. Дальнейшее изменение климата в Пацифике сводилось

к постепенному с конца юры потеплению, которое максимально возросло в раннем мелу, что подтверждается радиоляриевыми сообществами. Формы северотетического облика (наряду с сохранившимися бореальными), появившиеся еще в поздней юре, господствуют в берриасе—валанжине Пацифики и сменяются тетическими сообществами в готериве—барреме.

Эта тенденция изменения климата в мезозое носила глобальный характер [13, 16, 33, 45, 51] и совпадает с периодичностью эндогенной активности Земли. Этапам потепления (триас, мел) соответствовали мощные импульсы нижнемантийных суперплюмов, сопровождавшихся огромным объемом мантийного магматизма и создавших на поверхности Земли изотопно-геохимические и температурные аномалии, а также феномен парникового эффекта из-за поступлений экстремальных объемов CO<sub>2</sub>. На позднеюрско-меловой интервал приходится развитие обширного Тихоокеанского и разветвленного Атланта-Африканского суперплюмов, сопряженных с Арктическим нижнемантийным апвеллингом. Дополнительный тепловой приток возник на рубеже юры и мела благодаря появлению сквозного экваториального течения при раскрытии Атлантики [16, 53]. При этом в акваториях планеты, в том числе и высокоширотных, резко снизился вертикальный температурный градиент водной среды, исчезла придонная холодная психросфера, и прогретой оказалась вся толща воды [41, 45], что привело к развитию даже на высоких широтах теплолюбивой морской фауны, включая тетического облика радиолярий. Следует подчеркнуть, что в этой тепловодной среде Пацифики в раннем мелу обитали и бухии, традиционно считающиеся холодноводными бореальными формами.

Тектоническое совмещение на обрамлении Пацифики разнородных и разновозрастных толщ с разнотипными радиоляриевыми сообществами совпадает с интервалом 125—100 млн лет — периода резкого увеличения скорости океанических плит [12, 16, 45 и др.] и быстрого центробежного их перемещения (под воздействием Тихоокеанского суперплюма), что вызвало условия экстраординарного сжатия в зоне перехода океан — континент. На северо-западном обрамлении Тихого океана эта компрессия прервала ускоренное субдуцирование под Лавразию плиты Кула (где в основном и накапливались рассмотренные породы) и инициировала среднемеловой периокеанический орогенез, сопровождавшийся обдукцией на континент фрагментов разновозрастных океанических, окраинно-морских и островодужных образований различных широтных и климатических обстановок начального формирования,

составивших в совокупности аллохтоны Охотско-Корякского орогенного пояса.

Авторы благодарят анонимного рецензента за конструктивную критику и ценные замечания, С.Б. Кругликову и А.Г. Матулю (ИО РАН) за консультации по палеогеографии ископаемых микрофоссилий.

Работа выполнена в рамках госзадания ГИН РАН № 116032510034 (тема ФАНО № 0135-2014-0034), а также при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-05-04700-а).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басов И.А., Вишневецкая В.С. Стратиграфия верхнего мезозоя осадочного чехла Тихого океана. М.: Наука, 1991. 200 с.
2. Березнер О.С., Ставский А.П., Злобин С.К. Раннемезозойская вулканоплутоническая ассоциация на севере Корякского хребта // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1990. № 3. С. 31–42.
3. Бондаренко Г.Е., Соколов С.Д., Морозов О.Л. Палеотектонические обстановки мезозойского вулканизма южной части полуострова Тайгонос // юлл. МОИП. 2008. Отд. Геол. Т. 83. Вып. 1. С. 9–27.
4. Вишневецкая В.С. Раннеюрские радиолярии из Северо-Востока России // Докл. РАН. 1994. Т. 335. № 6. С. 757–762.
5. Вишневецкая В.С. Радиоляриевая биостратиграфия юры и мела России. М.: ГЕОС, 2001. 376 с.
6. Вишневецкая В.С., Богданов Н.А., Бондаренко Г.Е. Бореальные радиолярии средней юры–раннего мела Охотоморского побережья Камчатки // Тихоокеанская геология. 1998. Т. 17. № 3. С. 22–35.
7. Вишневецкая В.С., Соколов С.Д., Бондаренко Г.Е., Пральникова И.Е. Новые данные о возрасте и корреляция вулканогенно-кремнистых комплексов северо-западного побережья Охотского моря // Докл. РАН. 1998. Т. 359. № 1. С. 66–69.
8. Вишневецкая В.С., Филатова Н.И., Дворянкин А.И. Новые данные о стратиграфии юрских отложений Корякского нагорья (г. Семиглавая) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1991. № 4. С. 21–30.
9. Вишневецкая В.С., Филатова Н.И. Корреляция юрско-меловых кремнисто-вулканогенных отложений северо-западного обрамления Тихого океана (Корякское нагорье) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2008. Т. 16. № 6. С. 42–43.
10. Вишневецкая В.С., Филатова Н.И. Морские аллохтонные мезозойские отложения Восточно-Азиатского и Западно-Американского регионов: корреляция возрастных уровней и геодинамических обстановок накопления // Тихоокеанская геология. 2012. Т. 31. № 3. С. 3–23.
11. Голозубов В.В. Тектоника юрских и нижнемеловых комплексов северо-западного обрамления Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2006. 239 с.
12. Добрецов Н.Л. Геологические следствия термохимической модели плюмов // Геология и геофизика. 2005. № 9. С. 870–890.
13. Жарков М.А., Мурдмаа И.О., Филатова Н.И. Палеогеографические перестройки и седиментация мелового периода // Климат в эпохи крупных литосферных перестроек. М.: Наука, 2002. С. 52–87.
14. Захаров В.А. Бореальный климат в мезозое // Природа. 2010. № 4. С. 37–42.
15. Злобин С.К., Филатова Н.И., Дворянкин А.И. и др. Происхождение верхнеюрских–неокомских вулканогенных образований северо-востока Анадырско-Корякского региона // Тихоокеанская геология. 1991. № 1. С. 64–76.
16. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И. Палеогеодинамика. М.: Наука, 1993. 192 с.
17. Кемкин И.В., Паланджян С.А., Чехов А.Д. Обоснование возраста кремнисто-вулканогенных комплексов мыса Поворотного Пенжинско-Пекульнейского офиолитового пояса (Северо-Востока Азии) // Тихоокеанская геология. 1996. Т. 15. № 5. С. 69–78.
18. Кругликова С.Б. Радиолярии-Polycystina из донных отложений Мирового океана как биоиндикаторы изменения окружающей среды. М.: ГЕОС, 2013. 231 с.
19. Куюльский офиолитовый террейн. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. 108 с.
20. Лисицын А.П. Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах. М.: Наука, 1988. 309 с.
21. Матуль А.Г. Четвертичная биостратиграфия и палеоокеанология Охотского моря и других субарктических районов. М.: ГЕОС, 2009. 182 с.
22. Сей И.И., Калачева Е.Д. Об инвазиях тетических аммонитов и бореальные юрские бассейны востока СССР // Мезозой советской Арктики. М.: Наука, 1983. С. 61–72.
23. Филатова Н.И. Меловая эволюция континентальных окраин в контексте других глобальных событий // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1998. Т. 6. № 2. С. 3–15.
24. Филатова Н.И. Сравнительная характеристика базальтоидов зон окраинноконтинентального растяжения Азии и океанических островов Тихого океана: изотопный и сейсмотомографический

- аспекты // Петрология. 2002. Т. 10. № 4. С. 411–441.
25. *Филатова Н.И.* Щелочной вулканизм восточной окраины Евразии как отражение Тихоокеанского суперплюма // Докл. РАН. 2002. Т. 383. № 3. С. 378–384.
  26. *Филатова Н.И.* Особенности структурно-динамической обстановки магматизма внутриплитного типа рубежа мела–палеогена на Востоке Азии // Докл. РАН. 2015. Т. 465. № 3. С. 317–323.
  27. *Филатова Н.И., Вишневецкая В.С.* Аллохтонные формации среднего мезозоя северо-западного континентального обрамления Тихого океана // Докл. РАН. Т. 323. № 4. 1992. С. 734–740.
  28. *Филатова Н.И., Хаин В.Е.* Структуры Центральной Арктики и их связь с мезозойским Арктическим плюмом // Геотектоника. 2009. № 6. С. 24–51.
  29. *Хаин В.Е.* Тектоника континентов и океанов. М.: Научный мир, 2001. 606 с.
  30. *Хаин В.Е.* Главные противоречия современной геотектоники и возможные пути их преодоления // Матер. XL Тектон. совещ. М.: ГЕОС, 2007. С. 324–329.
  31. *Хаин В.Е., Филатова Н.И.* Суперплюмовые эпизоды Восточно-Арктическо-Азиатского региона и их корреляция с аналогичными событиями других регионов Земли // Докл. РАН. 2008. Т. 420. № 2. С. 208–217.
  32. *Ханчук А.И.* Палеогеодинамический анализ формирования рудных месторождений Дальнего Востока России // Рудные месторождения континентальных окраин. Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 5–34.
  33. *Чумаков Н.М.* Динамика и возможные причины климатических изменений в позднем мезозое // Климат в эпохи крупных литосферных перестроек. М.: Наука, 2002. С. 149–157.
  34. *Ярмолюк В.В., Ковач В.П., Козакова И.К. и др.* Механизмы формирования континентальной коры Центрально-Азиатского складчатого пояса // Геотектоника. 2012. № 4. С. 3–27.
  35. *Bijwaard H., Spakman W., England E.R.* Closing the gap between global travel time tomography // J. Geophys. Res. 1998. V.103. № B12. P. 30055–30078.
  36. *Blome C.D.* Middle Jurassic (Callovian) radiolarians from carbonate concretions, Alaska and Oregon // Micropaleontology. 1984. № 30. P. 343–389.
  37. *Carter E.S., Gorican S., Guex J. et al.* Global radiolarian zonation for the Pliensbachian, Toarian and Aalenian // Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol. 2010. V. 297. P. 401–419.
  38. *De Wever P., Dumitrica P., Caulet J.-P. et al.* Radiolarians in the sedimentary record. Amsterdam, 2001. 533 p.
  39. *Engebretson D., Cox A., Gordon R.G.* Relative motions between oceanic and continental plates in northern Pacific basin // Spec. Pap. Geol. Soc. Am. 1985. № 206. P. 1–19.
  40. *Filatova N.I., Vishnevskaya V.S.* Tectonic position of the Mesozoic ophiolitic and island arc formations in the Koryak Region (Northeastern Russia) // Proc. 29th Int'l Geol. Congress. 1994. P. 109–127.
  41. *Huber B.T., Norris R.D., Macleod K.G.* Deep-Sea paleo-temperature record of extreme warmth during the Cretaceous // Geology. 2002. V. 30. № 2. P. 123–126.
  42. *Janney P.E., Castillo P.R.* Isotopic geochemistry of the Darwin Rise seamounts and the nature of longterm mantle dynamics beneath the south central Pacific // J. Geophys. Res. 1999. V. 104. № B5. P. 10571–10589.
  43. *Jowitt S.M., Williamson M.-C., Ernst R.E.* Geochemistry of the 130 Ma Canadian High Arctic Large Igneous Province (HALIP) Event and Implications for Ni-Cu-PGE Prospectivity // Economic Geology. 2014. V. 109. № 2. P. 281–307.
  44. *Kiessling W.* Late Jurassic Radiolarians from the Antarctic Peninsula // Micropaleontology. 1999. V. 45. № 1. P. 1–96.
  45. *Larson R.L.* Geological consequences of superplumes // Geology. 1991. V. 19. P. 963–966.
  46. *Maruyama S.* Plume tectonics // J. Geol. Soc. Jpn. 1994. V. 100. P. 24–49.
  47. *Maruyama S., Santosh M., Zhao D.* Superplume, supercontinent, and post-perovskite: Mantle dynamics and antiplate tectonics on Core-Mantle Boundary // Gondwana Res. 2007. V. 11. P. 33–47.
  48. *Nokleberg W.J., Parfenov L.M., Monger J.W.H. et al.* Circum-North Pacific Tectonostratigraphic terrane map // U.S. Geol. Surv. Open File Rep. 1994. № 7. P. 94–714.
  49. *Pessagno E.A., Jr., Longoria J.F., McLeod N., Six W.M.* Studies of North American Jurassic Radiolaria. Part I. Upper Jurassic (Kimmeridgian – Upper Tithonian) Pantanelliidae from the Taman Formation, East-Central Mexico: tectonostratigraphic, chronostratigraphic and phylogenetic implications. Cushman Foundation for Foraminiferal Research, special publication, 1987. № 23. 55 p.
  50. *Pessagno E.A., Jr., Blome C.D., Hull D., Six W.M.* Jurassic Radiolaria from the Josephine ophiolite and overlying strata, Smith River Subterranean (Klamath Mountains), southwestern California and southwestern Oregon // Micropaleontology. 1993. № 39. P. 93–166.
  51. *Prokoph A., El Bilali H., Ernst R.* Periodicities in the emplacement of large igneous provinces through the Phanerozoic: Relations to ocean and marine biodiversity evolution // Geoscience Frontiers. 2013. № 4. P. 263–276.
  52. *Ritsema J., van Heijst H.J., Woodhouse J.H.* Complex shear wave velocity structure imaged beneath Africa and Iceland // Science. 1999. V. 286. P. 131–136.
  53. *Scotese C.R.* Paleogeographic Atlas // PALEOMAP Progress Report, Dept. of Geology, University of Texas, Arlington, 1997. № 90–0497. 45 p.

54. *Shepard G.E., Muller R.D., Seton M.* The tectonic evolution of the Arctic since Pangea breakup: Integrating constraints from surface geology and geophysics with mantle structure // *Earth Sci. Rev.* 2013. V. 124. P. 148–183.
55. *Staudigel H., Park K.H., Pringle M. et al.* The longevity of the South Pacific isotopic and thermal anomaly // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1991. V. 102. № 1. P. 24–44.
56. *Vasco D.W., Johnson L.R.* Whole Earth structure estimated from seismic arrival times // *J. Geoph. Res.* 1998. V. 103. № 132. P. 2633–2671.
57. *Vishnevskaya V.S.* Evolution of Family Parvicingulidae (Radiolaria) and climatic fluctuations // *Proceedings of 13<sup>th</sup> Internat. Radiolaria Newsletter.* 2012. № 28. P. 193–195.
58. *Vishnevskaya V.S., Murchey B.L.* Climatic affinity and possible correlation of some Jurassic to Lower Cretaceous radiolarian assemblages from Russia and North America // *Micropaleontology.* 2002. V. 48. № 1. P. 89–111.
59. *Zhang Y-S., Tanimoto T.* Global level wave phase velocity variation and its significance in plate tectonics // *Phys. Earth Planet. Inter.* 1991. V. 146. P. 3–34.

## **Paleoclimatic and Paleolatitude Accumulation of the Radiolarian Siliceous-Volcanogenic Sequences in Middle Mesozoic Pacific (from Allochtons of the Eastern Asia)**

**V. S. Vishnevskaya, N. I. Filatova**

The Jurassic-Cretaceous siliceous-volcanogenic rocks from the tektonostratigraphic slides of the Okhotsk-Koryak orogenic belt are represented by wide spectra of geodynamic settings of sedimentation: oceanic (near spreading, seamounts and deep water basins), marginal seas and island arcs). Taxonomical composition of the radiolarian communities are used as indicators of the paleolatitudes in the Northern Pacific. The climate change tendency in the Mesozoic is revealed: from warm Triassic to cold Jurassic with warming from Late Jurassic to Early Cretaceous. Intensity of climate warming in Early Cretaceous led to warming up of ocean waters even on midlatitudes and to development there of subtethyan radiolarians. These data are confirmed by global Cretaceous temperature peak connected to lower mantle superplumes which created thermal anomalies and greenhouse effect. Besides, Pacific superplume caused the accelerated movement of oceanic plates that led to a compression situation on the periphery of the ocean and to creation of the Okhotsk-Koryak orogenic belt on its northwest frame in Middle Cretaceous where there are tectonic combination of an allochtons from various a geodynamic and the paleoclimatic situations.