

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичёва
Дальневосточное отделение Российской академии наук

На правах рукописи



Василенко Лидия Николаевна

**КОМПЛЕКСЫ РАДИОЛЯРИЙ КАЙНОЗОЯ ОСТРОВНОГО СКЛОНА
КУРИЛО-КАМЧАТСКОГО ЖЁЛОБА, ИХ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ И
ПАЛЕООКЕАНОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

Специальность 25.00.28 – Океанология

Диссертация на соискание учёной степени кандидата
геолого-минералогических наук

Научные руководители –

к.г-м.н. Точилина Светлана Викторовна

д.г-м.н. Цой Ира Борисовна

Владивосток – 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
ГЛАВА 1. Морфоструктурное и геологическое строение района исследований	11
ГЛАВА 2. Биостратиграфические шкалы по радиоляриям Северо-Западной Пацифики и их применение к островному склону Курило-Камчатского желоба.....	22
2.1. Биостратиграфические шкалы по радиоляриям, их сходства и различия.....	22
2.2. История изучения радиолярий в районе Курило-Камчатского желоба	27
ГЛАВА 3. Материалы и методы исследования.....	31
3.1. Материалы исследования	31
3.2. Метод радиоляриевого анализа	31
3.2.1 Лабораторная обработка образцов и приготовление постоянных препаратов.....	31
3.2.2. Качественные и количественные характеристики комплексов радиолярий.....	33
3.2.3. Выделение зональных подразделений и их корреляция.....	35
3.2.4. Применение радиолярий для палеореконокструкций.....	36
ГЛАВА 4. Кайнозойская фауна радиолярий островного склона Курило-Камчатского желоба.....	40
ГЛАВА 5. Комплексы радиолярий кайнозоя островного склона Курило-Камчатского желоба.....	57
ГЛАВА 6. Условия формирования осадочного чехла островного склона Курило-Камчатского желоба	84
Заключение	94
Литература	96
Приложение	117
Таксономические ссылки	118
Фототаблицы и объяснения к ним.....	132

Таблица 1. Каталог изученных образцов драгирования из отложений островного склона Курило-Камчатского желоба	144
Таблица 2. Корреляционные материалы глубоководного бурения и драгирования.....	147
Таблица 3. Таксономический состав радиолярий и их содержание (%) в кайнозойских комплексах, установленных в отложениях островного склона Курило-Камчатского желоба.....	151
Таблица 4. Количественное содержание радиолярий: общее и таксонов высокого ранга в отложениях островного склона Курило-Камчатского желоба.....	166
Список сокращений	168

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования

Курило-Камчатский желоб является ключевой структурой зоны перехода от Азиатского континента к Тихому океану. Совершенствование региональной стратиграфической схемы этого района важно для восстановления истории его развития. Фрагментарная изученность палеогеновых отложений в северо-западной части Тихого океана вызывает большие трудности при определении возраста пород и их корреляции. В связи с этим разработка региональной зональной стратиграфической схемы раннего кайнозоя островного склона Курило-Камчатского желоба имеет прикладное значение. Одним из методов, позволяющих восстанавливать стратиграфическую последовательность слоёв осадочного чехла является радиоляриевый анализ.

Радиолярии являются исключительно морскими планктонными микроорганизмами, имеющими колоссальное разнообразие и большую численность. Они населяют Мировой океан с кембрия по настоящее время. Структурным элементом скелета радиолярий является кремнекислородный тетраэдр $[\text{SiO}_4]$, что позволяет им хорошо сохраняться после fossilization и участвовать в накоплении кремнистых толщ в морях и океанах. В применении к биостратиграфии бореальной области Тихого океана прочный кремниевый скелет даёт преимущество этой группе микрофоссилий перед карбонатными fossilиями, которые растворяются ниже уровня карбонатной компенсации. Изучение ископаемых радиолярий позволяет не только расчленять осадочные толщи, определять их возраст и выявлять границы стратонов, но и отмечать физико-химические изменения, происходившие в Мировом океане в прошедших эпохах, так как они являются тонкими биоиндикаторами нормальной солёности и глубины.

Объект исследования: осадочный чехол островного склона Курило-Камчатского желоба.

Предмет исследования: радиолярии.

Цель и задачи исследования

Цель работы – расчленение осадочного чехла островного склона Курило-Камчатского желоба и восстановление условий его формирования по данным радиоляриевого анализа.

Для достижения поставленной цели, в работе определены следующие задачи:

1. Изучить таксономический состав радиолярий в исследуемом районе и получить их качественные и количественные характеристики.
2. Провести анализ имеющихся биостратиграфических шкал, разработанных по радиоляриям кайнозоя в Северо-Западной Пацифике.
3. Выделить комплексы радиолярий и определить их возраст на основе присутствия зональных видов-индексов, характерных (имеющих узкий стратиграфический диапазон) и доминирующих видов.
4. Провести анализ экологической структуры комплексов радиолярий для восстановления условий образования вмещающих их отложений.

Научная новизна

1. Впервые представлена наиболее полная фауна радиолярий кайнозоя островного склона Курило-Камчатского желоба (308 таксонов), включая четыре новых вида.
2. Установлена последовательность комплексов радиолярий от позднего эоцена до позднего плейстоцена, что позволило провести детальное расчленение и корреляцию кайнозойских отложений островного склона Курило-Камчатского желоба по радиоляриям.
3. Впервые проведено микропалеонтологическое обоснование позднеэоценового возраста отложений южной части островного склона Курило-Камчатского желоба.
4. Установлено, что южное и северное плато подводного хребта Витязь развивались в разных седиментационных и тектонических режимах на протяжении позднего эоцена – плейстоцена.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Установленная богатая фауна кайнозойских радиолярий островного склона

Курило-Камчатского желоба имеет большое значение для решения проблем, связанных с их эволюцией, биоразнообразием, географическим распространением отдельных видов, а также выделением этапов развития органического мира.

2. Выделенные комплексы радиолярий, большая часть которых являются зональными, позволяют детализировать стратиграфию осадочного чехла этого региона и проводить межрегиональные корреляции.

3. Таксономический состав радиолярий представлен в электронных таблицах, которые могут быть использованы в геоинформационных системах и при математическо-статистической обработке.

4. Большинство видов из отложений островного склона Курило-Камчатского желоба приведены в «Атласе кайнозойских радиолярий северо-запада Тихого океана» (Точилина, Василенко, 2018 б), который может быть использован как определитель и справочник для образовательных и научных целей.

Защищаемые положения

1. Установлено, что кайнозойские отложения островного склона Курило-Камчатского желоба содержат разнообразную фауну радиолярий, представленную тремя группами: Collodaria – 6 таксонов из 4 родов, Spumellaria – 155 таксонов из 80 родов и Nassellaria – 147 таксонов из 79 родов (всего 308 таксонов, включая четыре новых вида). Это позволяет использовать радиолярий для биостратиграфических и палеоокеанологических целей исследуемого района.

2. Установлены 17 комплексов радиолярий позднего эоцена – плейстоцена, которые позволили расчленить осадочные отложения островного склона Курило-Камчатского желоба на зональные подразделения, что является основанием для проведения широких межрегиональных корреляций.

3. Выявлены особенности экологической структуры комплексов радиолярий, включая количественные характеристики, отражающие условия палеосреды, в которых были сформированы вмещающие отложения. Это имеет значение для реконструкции истории геологического развития Курило-Камчатского желоба.

Фактический материал и личный вклад автора

В работе изучены геологические материалы, полученные методом

драгирования в районе островного склона Курило-Камчатского желоба в ходе морских экспедиций (Приложение: табл. 1):

1) Научно-исследовательского судна (НИС) «Отважный» (1973 г.) – 2 образца из 2 станций (3 препарата);

2) 10(5) рейса НИС «Пегас» (1976 г.) – 1 образец из 1 станции (1 препарат);

3) 31 рейса НИС «Первенец» (1978 г.) – 4 образца из 2 станций (7 препаратов);

4) 4-го рейса НИС «Академик Александр Несмеянов» (1984 г.) – 3 образца из 1 станции (3 препарата);

5) 37, 41 и 52-го рейсов НИС «Академик М.А. Лаврентьев» (2005, 2006 и 2010 гг.) – 67 образцов из 26 станций (129 препаратов).

Поскольку глубоководное бурение в районе исследований не проводилось, для определения стратиграфической последовательности слоёв осадочного чехла и осуществления межрегиональной корреляции дополнительно были изучены следующие материалы (Приложение: табл. 2):

1) глубоководного бурения островного склона о-ва Хонсю (Японский желоб) (56 рейс «Glomar Challenger» (1980 г.), скв. 434, 434А, 434В, 438В и 186 рейс «JOIDES Resolution» (2000 г.), скв. 1151А) – 64 образца (137 препаратов), гайота Детройт (145 рейса «JOIDES Resolution» (1993 г.), скв. 884В) – 21 образец (29 препаратов);

2) драгирования Японского моря, включающего континентальный склон Приморья, подводную гору Петра Великого, хребты Кита-Оки, Оки, Северное и Южное Ямато, плато Уллын (возв. Криштофовича) и возв. Витязь – 60 образцов из 35 станции (67 препаратов) и Охотского моря – 15 образцов из 7 станций.

Общее количество изученных образцов:

1. по материалам драгирования: а) островного склона Курило-Камчатского желоба – 77 образцов (144 препарата), б) Японского и Охотского морей – 75 образцов (82 препарата);

2. по материалам глубоководного бурения – 85 образцов (166 препаратов).

Автором лично проводились все этапы работы: лабораторная обработка

образцов, определение таксономического состава радиолярий, получение количественных характеристик палеоценозов, фотографирование радиолярий в проходящем свете, подготовка экземпляров радиолярий на металлических цилиндрических обелисках (столбиках) для инструментального исследования под сканирующим электронным микроскопом с получением фотоизображений, анализ литературных данных по району исследований, интерпретация полученных результатов, составление таблиц, графиков, диаграмм, рисунков, фототаблиц и др. Автор имеет равные права на результаты коллективных исследований, опубликованных в соавторстве.

Достоверность результатов

Выделение скелетов радиолярий из осадков и приготовление постоянных препаратов осуществлялось с использованием стандартной методики с сохранением «контрольного образца». Это позволяет проверить достоверность полученных результатов с начального этапа работы. Коллекции № 22-25 постоянных препаратов хранятся в лаборатории геологических формаций Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН и могут быть изучены повторно. Таксономический состав радиолярий приведён как в табличной форме по каждому образцу, так и в фотодокументальном материале, который может быть использован даже в том случае, если сами коллекции по каким-либо причинам будут утрачены. Данные радиоляриевого анализа сопоставлялись с результатами диатомового анализа и по силикофлагеллатам, полученными по этим же пробам ранее (Цой, 2002; 2011; 2014; Терехов и др., 2012; 2013). Возраст пород, установленный по нескольким независимым методам, считается наиболее достоверным.

Апробация работы

Материалы диссертации докладывались и обсуждались на: региональной научно-технической конференции «Молодежь и научно-технический прогресс» (г. Владивосток, Россия, 2006 г.); 2-й, 3-й, 4-й, 6-й и 7-й конференциях молодых учёных ТОИ ДВО РАН «Океанологические исследования» (г. Владивосток, 2007, 2008, 2009, 2013 и 2016 гг., соответственно); X Всероссийской научной школе

молодых учёных-палеонтологов «Современная палеонтология: классические и новейшие методы» (г. Москва, Россия, 2013 г.); VII Всероссийском совещании «Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии» (г. Владивосток, 2014 г.); XII молодёжной конференции с элементами научной школы «Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке» (г. Владивосток, 2014 г.); XXI Международной научной конференции (школе) по морской геологии «Геология морей и океанов» (г. Москва, 2016 г.); региональной научной конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения И.И. Берсенева «Геология дальневосточных морей России и их обрамления» (г. Владивосток, 2016 г.); Второй Всероссийской конференции с международным участием, приуроченной к году экологии в России «Дальневосточные моря и их бассейны: биоразнообразие, ресурсы, экологические проблемы» (г. Владивосток, 2017 г.); LXIII сессии Палеонтологического общества «Интегративная палеонтология: перспективы развития для геологических целей» (г. Санкт-Петербург, Россия, 2017 г.); LXV сессии Палеонтологического общества «Морфологическая эволюция и стратиграфические проблемы» (г. Санкт-Петербург, Россия, 2019 г.).

Публикация результатов

Результаты работы изложены в 40 публикациях, в том числе: 1 коллективная монография, 5 – в журналах Web of Science и RSCI, 5 – в научных сборниках и периодических научных изданиях и 29 – в материалах и тезисах докладов Всероссийских и Международных конференций, симпозиумов и школ.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность и признательность научным руководителям С.В. Точиной за научную школу по освоению методики радиоляриевого анализа, доброжелательность, терпение, поддержку и постоянное участие в рабочей и личной жизни, а также за предоставление материалов глубоководного бурения, И.Б. Цой за помощь, доброжелательность, полезные советы и замечания к работе. Автор благодарит Р.Г. Кулинича и М.Г. Валитова за получение материалов драгирования, Е.П. Леликова и И.Б. Цой за предоставление

этих материалов для проведения радиоляриевго анализа. Автор также признательна специалистам по радиоляриевому анализу М.С. Афанасьевой, В.С. Вишневской и О.Л. Смирновой за консультации по систематике радиолярий и дорогим коллегам Т.А. Емельяновой, Н.К. Вагиной, Н.Г. Ващенконой, Н.С. Ли и Ю.П. Василенко за полезные советы и техническую помощь при оформлении работы. Кроме этого, автор благодарит сотрудников лаборатории микро- и нано-исследований Дальневосточного геологического института ДВО РАН за фотографирование радиолярий в сканирующих электронных микроскопах Jeol JSM9064lv и Tescan Lyra 3 XMN и сотрудников лаборатории электронного микроскопа Первого института океанографии Государственного океанологического управления Китайской Народной Республики (FIO SOA China) за фотографирование радиолярий в сканирующем электронном микроскопе FEI Quanta 200.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 170 страницах и состоит из Введения, 6 глав, Заключения и списка литературы (218 источников, в том числе 132 – отечественных изданий и 86 – зарубежных изданий), включает 23 рисунка и приложение. Приложение содержит таксономические ссылки, 11 фототаблиц с характерными видами радиолярий зональных комплексов, 4 таблицы с каталогом фактического и корреляционного геологического материала, таксономическим составом радиолярий и их количественными характеристиками, а также список сокращений, используемых в настоящей работе.

Исследования проводились по программам фундаментальных исследований ТОИ ДВО РАН (№ гос. задания 01201363042, 0271-2019-0005), программам «Дальний Восток» (№ 15-I-1-004о, 18-1-008), интеграционным проектам ДВО (№ 12-III-A-07-132, 13-III-B-07-136, 14-III-B-07-027, 14-III-B-07-167, 15-II-1-039) и грантам РФФИ (№ 14-05-31364, 16-35-00083).

ГЛАВА 1. МОРФОСТРУКТУРНОЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Курило-Камчатская система дуга-желоб является восточным звеном Охотского региона, включающего Курильскую глубоководную котловину и ограничивающие её складчатые системы Хоккайдо-Сахалинскую и Курило-Камчатскую (Васильев, 1988). Курило-Камчатская система делится на два региона: Курильский и Восточно-Камчатский, которые имеют существенные различия не только в геологическом строении, но и в развитии (Васильев, 1992; Селивёрстов, 1998). Район исследований находится в Курильском регионе, поэтому в настоящей главе рассмотрено морфоструктурное и геологическое строение только этого региона. Он включает восточную часть о-ва Хоккайдо, Курильскую островную дугу и сопряженный с ними глубоководный желоб (Гнибиденко и др., 1980; Васильев, 1988) (рис. 1.1). Курильская островная дуга представляет собой две параллельные гряды, разделённые междуговым прогибом: Большую Курильскую (БКГ) и Малую Курильскую (МКГ), а также её подводное продолжение хребет Витязь (ПХВ). На северо-западе Курильская островная дуга ограничена Западно-Камчатской кайнозойской складчатой областью и морфоструктурой Курильской котловины (Геолого-геофизический ..., 1987). С юго-востока она ограничивается протяжённым Курило-Камчатским желобом. Кроме этого, в качестве самостоятельных структур в рассматриваемом регионе выделяют Приосевую зону Курило-Камчатского желоба и поперечную зону Буссоль, представляющую собой грабен, разделяющий подводный хребет Витязь на южное и северное плато (Терехов и др., 2012). Грабен Буссоль является зоной активного растяжения и деструкции консолидированного фундамента (Федотов, 1965; 1968; Кулинич и др., 2007).

Геологическому строению Курило-Камчатского желоба и сопряженных с ним структур посвящены десятки работ, в которых изложены представления о рельефе, строении, геологическом возрасте пород, слагающих фундамент и осадочный чехол. Согласно представлениям К.Ф. Сергеева (1976), Б.И. Васильева (1988), Б.И. Васильева с соавторами (2001), формирование Курильского региона

началось в меловой период в пределах Малой Курильской гряды и продолжалось в палеогене – плейстоцене в районе Большой Курильской гряды.

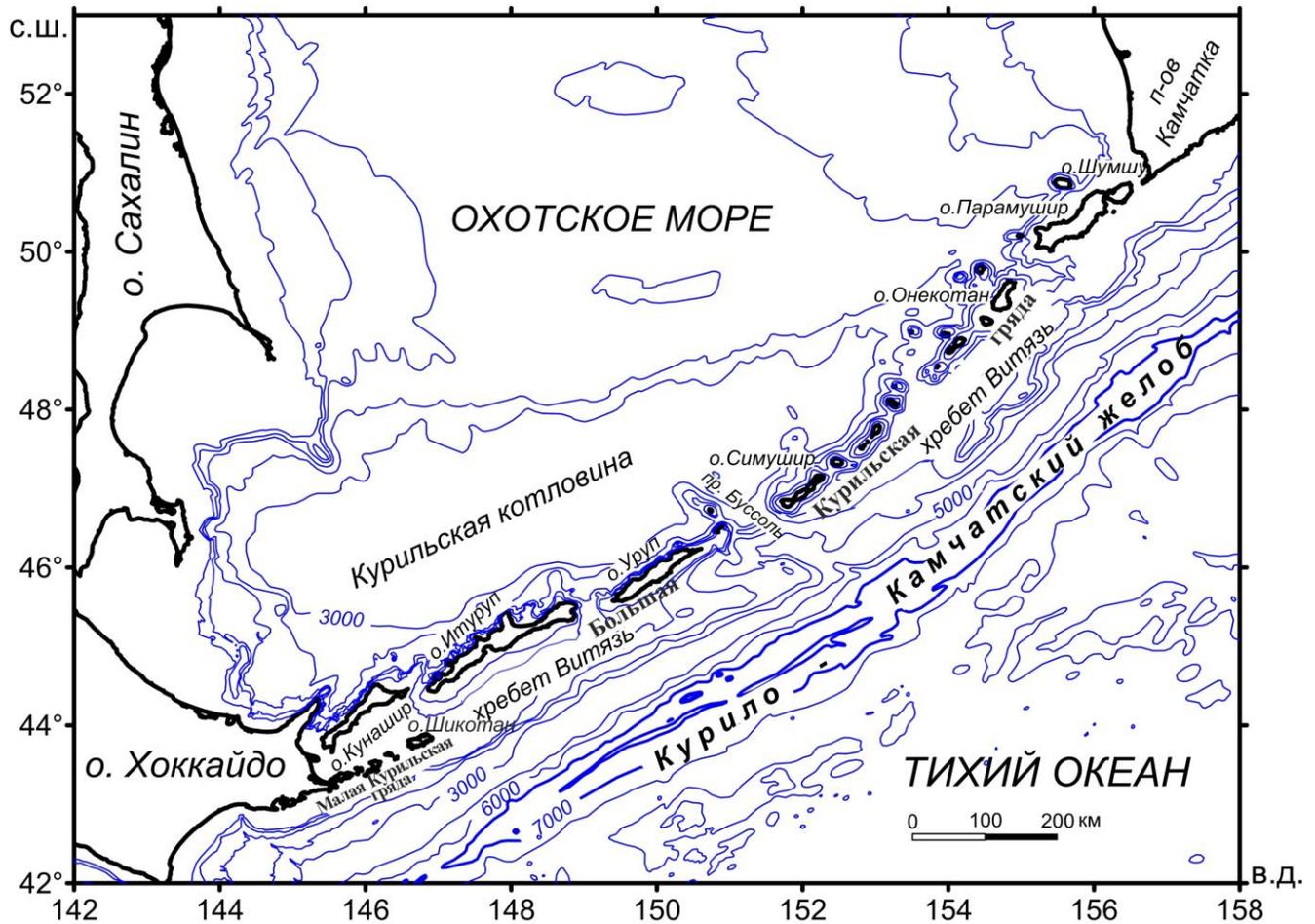


Рис. 1.1. Карта района исследований

В геологическом строении рассматриваемого региона принимают участие, согласно ранним источникам, доверхнемеловые, меловые и кайнозойские образования (Васильев, 1988) и, согласно более поздним источникам, позднемеловые-раннепалеоценовые, палеоцен-эоценовые (?), олигоцен-среднемиоценовые и плиоцен-плейстоценовые осадочные образования (Кулинич и др., 2007; Леликов и др., 2008 а, б; Терехов и др., 2012, 2013). По результатам этих и более ранних исследований составлена геологическая карта тихоокеанского склона Курильской островной дуги (Емельянова и др., 2012; Леликов, Емельянова, 2014) (рис. 1.2).

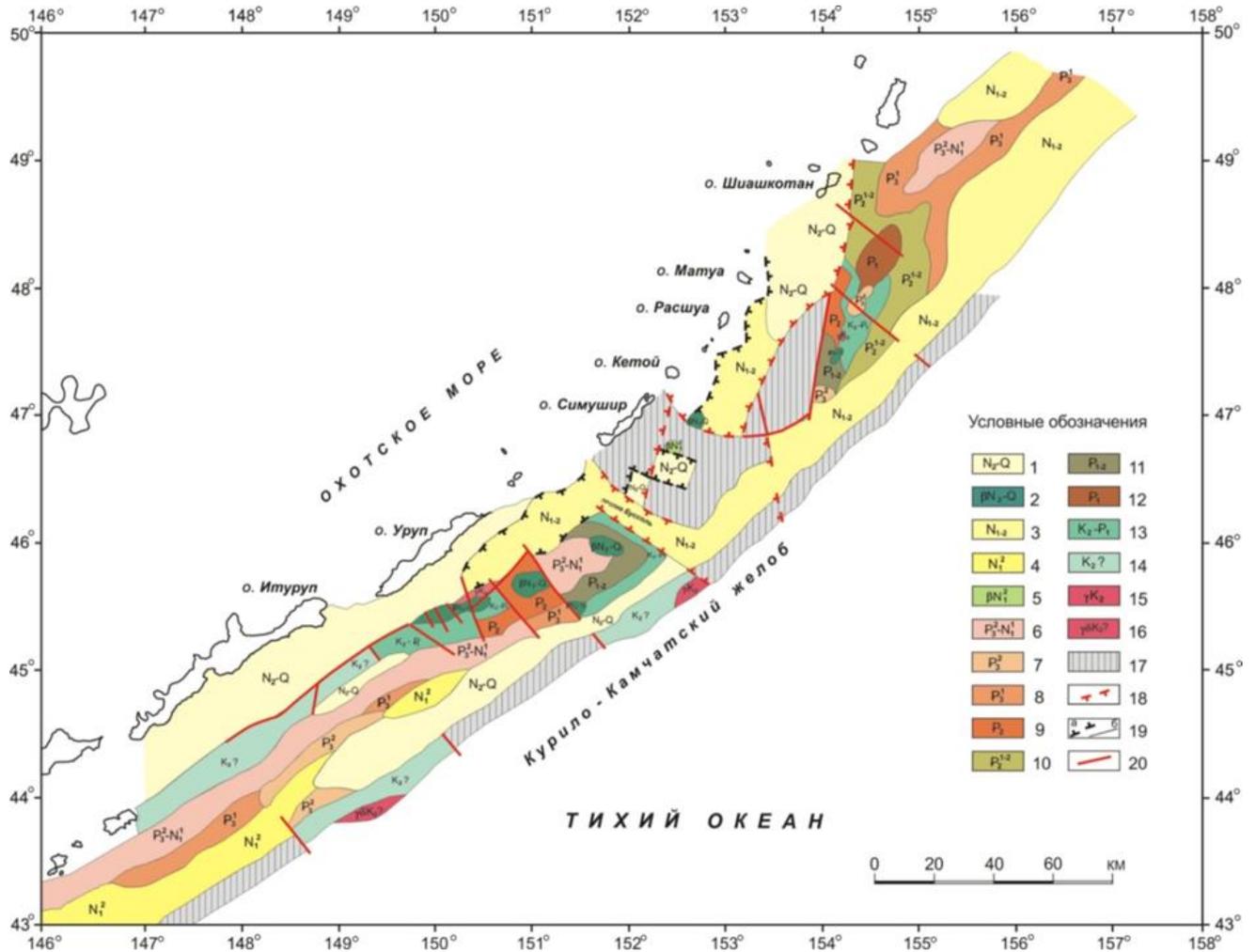


Рис. 1.2. Геологическая карта тихоокеанского склона Курильской островной дуги (Леликов, Емельянова, 2014)

1 – Плиоцен – плейстоцен: туфодиациты, туфопесчаники, туфоалевролиты, алевриты с галькой и гравием; 2 – плиоцен – плейстоцен: базальты, андезибазальты, андезиты, кластолавы андезитов; 3 – верхний миоцен – плиоцен: туфы, туфоконгломераты, туфопесчаники, алевролиты, диатомиты и туфодиациты; 4 – средний миоцен: туфодиациты, алевролиты; 5 – средний миоцен: андезиты, андезидациты, дациты; 6 – олигоцен – нижний миоцен: туфодиациты, туффиты, туфоалевроаргиллиты, аргиллиты, туфы, алевролиты, туфобрекчии; 7 – поздний олигоцен: андезиты, туфы андезитов и риолитов, туфодиациты, туффиты; 8 – ранний олигоцен: туфодиациты, алевролиты, туфоалевролиты, аргиллиты; 9 – эоцен: туфы андезибазальтов, андезитов, игнимбриты, дациты, риолиты, гранит-порфиры; 10 – ранний – средний эоцен: туфы, туфодиациты, диатомовые песчаники, алевролиты; 11 – палеоген нерасчлененный: конгломераты, гравелиты, песчаники; 12 – палеоцен: базальты, туфы базальтов, туфопесчаники; 13 – поздний мел – ранний палеоген: кремнистые алевроаргиллиты, алевролиты, песчаники; 14 – верхний мел: туфопесчаники, алевролиты, аргиллиты, туфы, туфобрекчии, туфоконгломераты, базальты, андезиты и их туфы; 15 – поздний мел: граниты, гранит-порфиры; 16 – поздний мел: габбро, габбро-диабазы и диабазы, диориты, кварцевые диориты, граниты, сиениты; 17 – скрытые выступы консолидированного фундамента и выходы фундамента неясного состава; 18 – границы максимальной деструкции фронтальной зоны Курильской островодужной системы (по: Кулинич и др., 2007); 19 – границы осадочных прогибов и грабенов различных рангов (а), геологические границы (б); 20 – разломы различных рангов (по: Кулинич и др., 2007)

Геологический фундамент представлен доверхнемеловыми и верхнемеловыми – нижнепалеоценовыми вулканогенно-кремнисто-терригенными породами и позднемеловыми гранитоидами, широко развитыми в юго-западной части рассматриваемого региона. Фундамент здесь представлен формацией Тойокоро, образованной алевролитами, песчаниками, глинистыми сланцами с прослоями кремнистых сланцев, известняков и покровами подушечных лав диабазов и спилитов (Васильев, 1988). Породы фундамента сложно дислоцированы, разбиты многочисленными разломами и прорваны дайками. На островах Большой Курильской гряды фундаментом служат метаморфизованные породы: кристаллические сланцы, кварциты, роговики, а также габброиды, диориты и плагиограниты (Федорченко, Радионова, 1975).

На подводных склонах Большой Курильской гряды образования доверхнемелового возраста в основном представлены гранитоидами, гранитами, гранит-порфирами. Метаморфизованные осадочные породы этого возраста обнаружены на юго-восточном подводном склоне о-ва Матуа и к востоку от о-ва Кетой. Литологически они представлены алевролитами и серыми мелкозернистыми ороговикованными полимиктовыми песчаниками. В Малокурильской зоне породы рассматриваемой возрастной группы представлены метаморфизованными осадочными и кремнистыми породами, а также метаэффузивами, гранитоидами и габброидами.

Верхнемеловые образования наиболее полно изучены на островах Малой Курильской гряды. Здесь выделяют четыре свиты: крабозаводскую, матакотанскую, малокурильскую и зелёновскую, а интрузивные породы этого возраста представлены малокурильским и шикотанским комплексами. Отложения крабозаводской свиты прослежены на о-ве Шикотан и представлены базальтами с шаровой и подушечной отдельностью. Возраст свиты условно датируется сантоном – кампаном (Происхождение ..., 1985). Матакотанская свита распространена на о-вах Шикотан, Полонского и Зелёный и представлена базальтовыми, андезито-базальтовыми лавами и лавобрекчиями (Терехов и др., 2011). Отложения малокурильской свиты перекрывают матакотанскую свиту и

состоят, преимущественно, из вулканогенно-осадочных пород. Из отложений малокурильской свиты была выявлена ассоциация радиолярий, возраст которых был определён как поздний кампан – ранний маастрихт (Брагина, 1991; Палечек и др., 2008), а также обнаружены остатки иноцерамов кампана – раннего маастрихта, раннего и позднего маастрихта (Зонова, Яхт-Языкова, 2009). Породы зелёновской свиты распространены на о-вах Шикотан, Зелёный, Юрий, Анучина, Дёмина. Литологический состав свиты включает алевролиты, песчаники и базальтовые, андезито-базальтовые лавы и лавобрекчии. Возраст рассматриваемой свиты установлен в широком возрастном диапазоне кампан – средний миоцен (Сергеев, 1976; Корнилова, Табосякова, 1979; Красилов и др., 1988). На подводной части Малокурильской зоны верхнемеловые породы аналогичны развитым на островах (Васильев, 1988; Красилов и др., 1988). Они распространены на шельфе о-вов Шикотан, Танфильева и Зелёный, к югу от северной оконечности о-ва Итуруп, к югу от центральной части о-ва Уруп, на юго-западном склоне подводной долины Буссоль, на траверзе о-ва Расшуа.

В отложениях северного плато подводного хребта Витязь был установлен верхнемеловой – нижнепалеоценовый литолого-стратиграфический комплекс (Смирнова, 2007; Леликов и др., 2008 а, б; Терехов и др., 2012, 2013). Он представлен в основном осадочными породами: аркозовыми алевролитами, тонкослоистыми кремнистыми алевро-аргиллитами и вулкано-терригенными мелкозернистыми песчаниками. Для пород отмечается высокая степень литификации. Наряду с осадочными и вулканогенными породами, в этом районе и в проливе Буссоль обнаружены позднемеловые гранитоидные породы, представленные, главным образом, порфиоровидными биотит-роговообманковыми гранитами и гранодиоритами (Леликов и др., 2008 а, б).

На основании комплексного анализа геолого-геофизических данных (Кулинич и др., 2007, 2012, 2015) составлена геолого-структурная схема океанского склона Центральных Курил (Прошкина и др., 2017) (рис. 1.3). Согласно этой схеме, в пределах фундамента неразрушенных сегментов подводного хребта Витязь широко распространена вулканоплутоническая

формация базитового и кислого ряда, представленная, преимущественно, базальтами, андезибазальтами, андезитами и их глубинными аналогами; а также выделены участки, сложенные, вероятно, кремнисто-терригенным комплексом.

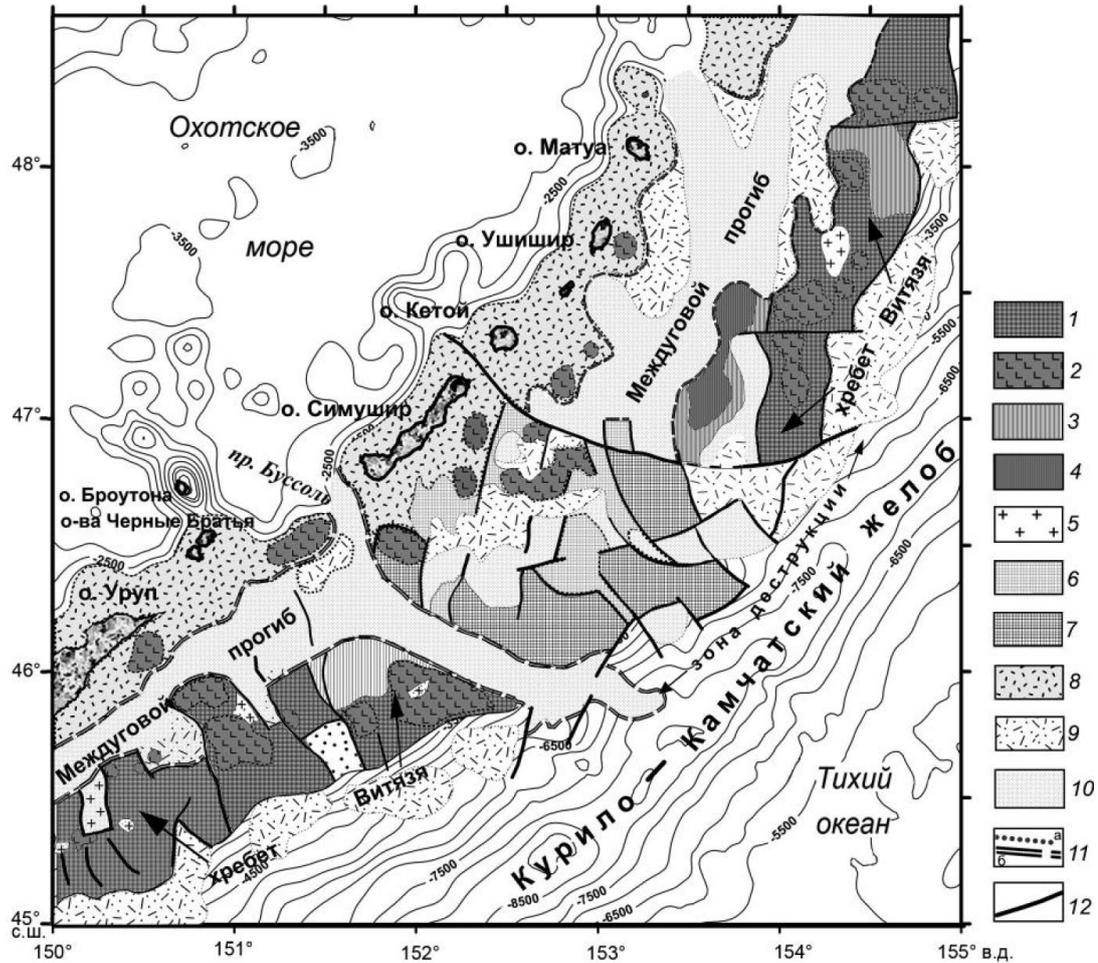


Рис. 1.3. Геолого-структурная схема океанского склона Центральных Курил (Прошкина и др., 2017)

1 – участки фундамента хребта Витязя, представленные преимущественно вулканоплутоническими формациями базитового ряда (базальты, андезибазальты, андезиты и их глубинные аналоги); 2 – вулканоплутонические массивы и отдельные постройки базитового состава; 3 – участки фундамента хр. Витязя, представленные кремнисто-терригенным комплексом, включающим кремнистые алевроаргиллиты, алевролиты, песчаники, а также вулканоплутоническими формациями кислого ряда позднемелового – палеогенового возраста; 4 – выступы фундамента, представленного кремнисто-терригенным комплексом и магматогенными образованиями кислого ряда; 5 – граниты в фундаменте хребта Витязя; 6 – неглубокое залегание фундамента неясного состава в зоне разрушения хр. Витязя; 7 – блоковые выступы фундамента в зоне разрушения хр. Витязя; 8 – подводный магматогенный пьедестал островов Курильской гряды; 9 – участки слаболитифицированных осадочно-вулканогенных отложений (туфопесчаники, туфодиазомиты, туфогенно-кремнистые породы и др.) в осадочном чехле; 10 – слаболитифицированные осадочные отложения; 11 – границы крупных (а) и прочих (б) осадочных и вулканогенно-осадочных бассейнов; 12 – разноранговые разломы.

Кайнозойский осадочный чехол широко распространен в отложениях Курильской гряды и на её островном склоне. Ранее Б.И. Васильевым (1988) в рассматриваемом регионе были выделены пять толщ: палеоценовая, эоцен-нижнемиоценовая, среднемиоценовая, верхнемиоцен-нижнеплиоценовая и верхнеплиоцен-плейстоценовая. Позднее в районе подводного хребта Витязь были выделены три литолого-стратиграфических комплекса: палеоцен-эоценовый?, олигоцен-среднемиоценовый и плиоцен-плейстоценовый (Кулинич и др., 2007; Леликов и др., 2008 а, б; Терехов и др., 2012, 2013) (рис. 1.4).

Палеоцен-эоценовые? отложения распространены в Малокурильской зоне (Васильев, 1988) и в районе хребта Витязь (Терехов и др., 2012). На Малой Курильской гряде развита вулканогенная толща, являющаяся возрастным аналогом формации Киритаппу (п-ов Немуро), возраст которой установлен как палеоценовый (Yoshida, 1976; Sawamura, Otowa, 1979). Рассматриваемая толща прослежена на островах Анучина, Дёмина, Юрий, Лисьи, в юго-западной части о-ва Шикотан и состоит из базальтов, андезито-базальтов, их туфолав, лавобрекчий и туфов (Васильев, 1988).

В районе подводного хребта Витязь отложения данной возрастной группы представлены осадочными, преимущественно грубообломочными вулканотерригенными породами: конгломератами, дресвяниками, гравелитами, гравелистыми и грубозернистыми песчаниками и алевролитами (Леликов и др., 2008 а, б; Терехов и др., 2012). Грубообломочный материал указывает на прибрежно-морские условия формирования палеоцен-эоценового? литолого-стратиграфического комплекса и близость островной суши. Основным минералом цемента пород является корренсит, присутствие которого не зафиксировано в породах более молодого возраста. Вулканогенные палеоценовый и эоценовый комплексы установлены в северной и южной частях хребта Витязь и сложены клинопироксен-плагиоклазовыми базальтами и их туфами, а также туфами базальтов и андезито-базальтов, дацитами (Леликов, Емельянова, 2011; Емельянова и др., 2012).

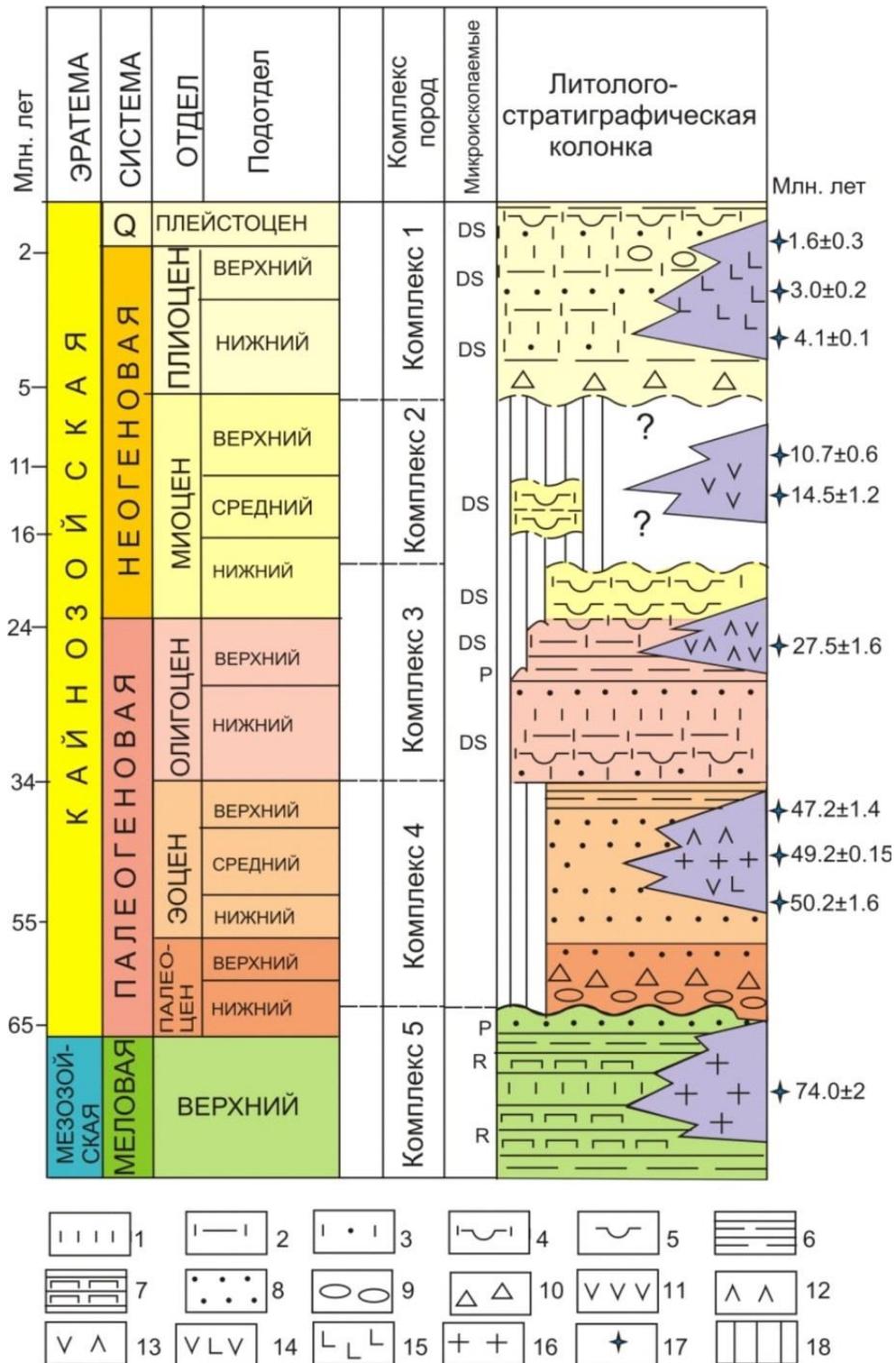


Рис. 1.4. Стратиграфическая схема подводного хребта Витязь (Терехов и др., 2013)

1 – туфы, туффиты; 2 – туфоалевролиты, туфоалевроаргиллиты; 3 – туфопесчаники; 4 – туфодиадомиты; 5 – диатомиты; 6 – алевроаргиллиты, алевролиты; 7 – дресвянники; 8 – песчаники; 9 – конгломераты, гравелиты; 10 – алевроаргиллиты кремнистые; 11 – андезиты, 12 – игнимбриты, 13 – трахиты, 14 – андезибазальты, 15 – базальты, 16 – гранит-порфиры, 17 – K-Ar возраст (ИГЕМ РАН) (по: Леликов и др., 2008 а); 18 – предполагаемые несогласия. Выделенные микроископаемые (по: Смирнова, 2007; Леликов и др., 2008 а; Терехов и др., 2012; Цой, 2012): D – диатомеи, S – силикофлагеллаты, R – радиолярии, P – споры и пыльца.

Олигоцен-среднемиоценовые отложения широко развиты в Большекурильской и Малокурильской зонах, включая подводный хребет Витязь. В Большекурильской зоне они представлены: на о-вах Парамушир и Шумшу васильевской и шумновской свитами, на о-ве Кунашир – кунаширской и ловцовой свитами, на о-ве Итуруп – тебеньковской и куйбышевской свитами, на о-ве Уруп – урупской и луговской свитами (Жидкова и др., 1971; Атлас ..., 1972; Васильев и др., 1979; Рунёва, Ушко, 1984; Происхождение..., 1985; Витухин и др., 1996; Мартынов и др., 2015). Свиты верхнего олигоцена – нижнего миоцена (васильевская, кунаширская, тебеньковская, урупская) сложены вулканогенно-осадочными образованиями (конгломерато-брекчиями и туфами с пачками и линзами туфогенных песчаников и алевролитов) и эффузивными породами основного, среднего и кислого состава (базальтоидами, дацитами и риолитами); среднего миоцена (шумновская, ловцовская, куйбышевская и луговская) представлены конгломерато-брекчиями, гравелитами с линзами и прослоями песчаников, белёсыми туфами кислого состава, прослоями брекчий и алевролитов, туфопесчаниками и туфодиатомитами. На подводном склоне Большой Курильской гряды отложения рассматриваемой возрастной группы представлены, в основном теми же породами, что и на островах.

В Малокурильской зоне распространена туфогенно-осадочная фация, выделенная впервые к югу-востоку от Малой Курильской гряды и называемая туфодиатомитовой толщей (Васильев, 1974; 1992; Васильев и др., 1979; Васильев, Чой, 2001). Литологический состав этой фации представлен в основном диатомитами, туфодиатомитами и туфоалевролитами. Б.И. Васильевым отмечается сходство пород этой толщи из северной части Малокурильской зоны, с породами формации «зелёных туфов», широко распространённой на Японских островах. Возраст обсуждаемой толщи первоначально был определён в широком возрастном диапазоне эоценом – ранним миоценом (Васильев, 1974), а позднее ранним миоценом (Сергеев, 1976, 1985).

В районе подводного хребта Витязь породы олигоцен-среднемиоценового возраста установлены на южном и северном плато и представлены

туфодиатомитами, туфоалевроаргиллитами, туффитами, туфами, алевроаргиллитами, алевролитами и песчаниками (Терехов и др., 2012; 2013; Цой, 2007; 2011; 2014). Отмечается слабая литификация пород. Основным минералом цемента является смектит. Возраст пород установлен на основе микропалеонтологических данных (диатомеи, силикофлагеллаты). Вулканогенные комплексы позднего олигоцена и среднего миоцена представлены лавами и туфолавами андезитов и риолитов, а также амфибол-двупироксен-плагиоклазовыми андезитами и андезидацитами и их туфами (Леликов, Емельянова, 2011; Емельянова и др., 2012).

Верхнемиоцен-нижнеплиоценовые отложения наиболее полно изучены, главным образом, на островах Большой Курильской гряды. На о-ве Итуруп они представлены в рыбаковской и камуйской свитах, на о-ве Кунашир прослеживается алёхинская свита, на о-ве Уруп – лопуховская и быстринская свиты, а на о-вах Парамушир и Шумшу – округловская свита (Жидкова и др., 1971; Атлас ..., 1972; Васильев и др., 1979; Ушко и др., 1982; Рунёва, Ушко, 1984; Пушкарь, Черепанова, 2001). Отложения представлены преимущественно туфобрекчиями, туфоконгломератами, туфогенными песчаниками, алевролитами, аргиллитами и диатомитами. Характерно обилие обломков пемзы. Кроме этого, отмечаются горизонты андезитов, дацитов, риолитов и их туфов.

В Малокурильской зоне плиоценовые отложения наиболее полно изучены на о-ве Шикотан. Литологически они представлены глинами со щебнем, тёмным илом, песком со щебнем (Терехов и др., 2011). В районе подводного хребта Витязь верхнемиоцен-нижнеплиоценовые отложения обнаружены на его северном плато и представлены туфопесчаниками (Терехов и др., 2012, 2013). Породы обсуждаемой возрастной группы в районе хребта Витязь входят в состав плиоцен-плейстоценового литолого-стратиграфического комплекса.

Верхнеплиоцен-плейстоценовые отложения развиты в Большекурильской и Малокурильской зонах. На островах Большой Курильской гряды они представлены на о-ве Кунашир головнинской свитой, на о-ве Парамушир – океанской свитой, на о-ве Итуруп – парусной свитой, на о-ве Уруп –

натальинской свитой (Жидкова и др., 1971; Васильев и др., 1979; Происхождение ..., 1985). Вулканогенные отложения относятся к дифференцированной базальт-андезит-дацитово-известково-щелочной серии.

На о-вах Малой Курильской гряды (Шикотан, Танфильева, Зелёный и Юрий) плиоцен-плейстоценовые, а также голоценовые отложения представлены торфяниками (Разжигаева, Ганзей, 2006; Разжигаева и др., 2007). В районе подводного хребта Витязь они развиты практически повсеместно и обнаружены на южном и северном плато, а также в районе грабена Буссоль. Породы слабо литифицированы и представлены туфоалевролитами, туфодиатомидами, туффитами, туфопесчаниками и дресвяниками.

Выводы:

Анализ литературных данных показал, что, несмотря на довольно хорошую изученность геологического строения островного склона Курило-Камчатского желоба, ряд стратиграфических интервалов изучен недостаточно. В ряде случаев, отсутствует микропалеонтологическое обоснование возраста пород, особенно это касается палеоцен-эоценовых, миоценовых и плиоценовых осадочных отложений. В связи с этим, исследуемый район является перспективным для микропалеонтологических исследований.

ГЛАВА 2. БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ ПО РАДИОЛЯРИЯМ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ПАЦИФИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ К ОСТРОВНОМУ СКЛОНУ КУРИЛО-КАМЧАТСКОГО ЖЕЛОБА

2.1. Биостратиграфические шкалы по радиоляриям, их сходства и различия

Первые работы по кайнозойским радиоляриям Северо-Западной Пацифики принадлежат Э. Геккелю (Haesckel, 1887), а позднее В.А. Догелю (1951), В.В. Решетняк (Догель, Решетняк, 1952; 1955; 1956) и К. Накасеко (Nakaseko, 1955). Но активное применение радиоляриевого анализа для биостратиграфии данного района было начато с 70-х годов XX века и к настоящему времени достигло значительных успехов.

Большой вклад в разработку биостратиграфических шкал и схем по рассматриваемому району внесли работы по материалам глубоководного бурения (Ling, 1975; Foreman, 1975; Sakai, 1980; Reynolds, 1980; Точилина, 1985; Левыкина, 1986; Попова, 1989 б; Витухин, 1993; Morley, Nigrini, 1995; Shilov, 1995 a, b; Motoyama, 1996, 1997; Kamikuri et al., 2004; 2017; Точилина, Василенко, 2014; Точилина и др., 2017; и др.) (рис. 2.1-2.3).

Работы по материалам драгирования и наземным разрезам имеют не меньшее значение для стратиграфии: Японского моря (Точилина, 1978; Бараш и др., 1987; Цой, Шастина, 1999; Василенко, 2015; и др.), Охотского моря (Ling, 1974; Кругликова, 1974; 1979; Цой, Шастина, 2005; Матуль, 2009; и др.), Берингова моря (Ling et al., 1970; Точилина, 1980; 1981; Аверина, 1987; Витухин, 1981; 1993), Курильской островной дуги (Рунёва, Ушко, 1984; Витухин, 1989; Витухин и др., 1996), Курило-Камчатского желоба (Решетняк, 1955; Точилина, 1985; Василенко, 2017 а, б; 2018), Японии (Nakaseko, Sugano, 1973; Funayama, 1988; Ishitani, Takahashi, 2007; Kato, Obuse, 2013; и др.), п-ова Камчатка (Рунёва, 1975; 1979), о-ва Сахалин (Козлова, 1960; Рунёва, 1979; 1981; Орешкина, Витухин, 1987; Точилина и др., 1988; Попова, 1989 а; Гладенков и др., 1999; Витухин, 2010) и др.

Система	скв. 434, 434В		скв. 438, 438А, 438В		скв. 1151А	скв. 436		
	Оддел	Пододдел	Reynolds, 1980	Точилина и др., 2015	Kamikuri et al., 2004	Sakai, 1980	Точилина, 2018	
Четвертичная	Плейстоцен	Верхний	Botr. aquilonaris	Botr. aquilonaris	Botr. aquilonaris	Botr. aquilonaris	Lychnocanium grande - Eucyrtidium tumidulum	
		Нижний	Eucyrtidium motoyamai	Axoprimum angelinum	Styl. universus	Axoprimum angelinum	Thol. cerv. Spur. uyem.	
	Плиоцен	Верхний	Lamprocyrtis heteroporos	Eucyrtidium motoyamai	Eucyrtidium motoyamai	Eucyrtidium motoyamai	Cyclad. davisiana	
		Нижний	Sphaeropyle langii	Lamprocyrtis heteroporos	Cycladophora sakaii	Lamprocyrtis heteroporos	Artostrobium auritum	
Неогеновая	Верхний	Верхний	Clathrocyclas bicornis	Sphaeropyle langii	Clathrocyclas bicornis	Sphaeropyle langii	Diplocyclas cornuta - Stichocorys eruca	
		Средний	Lithocampe radicula	Th. redondoensis	Ariadnella sp.	Dict. bullatus	Ariadnella numerosa	
	Средний	Верхний	Lychnocanium parallelepipedum	O. penultimus	Lithoc. radicula	S. pylomaticus	Lamprocyclas rhinoceros	
		Нижний	Stich. peregrina	O. antepenultimus	Stich. delmontensis	Lithelius barbatus	Stich. peregrina	
	Средний	Верхний	Sphaeropyle langii ?	Ommatartus hughesi	L. parallelepipedum	Lip. redondoensis	O. penultimus	
		Нижний	Lychnocanium nipponicum	Lithopera bacca	Lychnocanium nipponicum	Lychnocanoma magnacornuta	Ommatartus antepenultimus	Stichocorys huschkei
	Средний	Верхний	Spirotunica sp.	Eucyrtidium inflatum	Eucyrtidium inflatum	Cannartus pettersson	Cannartus pettersson	Theocapsa elongata
		Нижний	Cyrtocapsa sp.	Sphaeropyle robusta	Cyrtocapsa tetrapera	Dorcadospyris alata	Dorcadospyris alata	Lychnocanium fortipes
	Нижний	Верхний	Cyrtocapsa compacta	Lithocarpium polyacantha	Cyrtocapsa quadricava	Eucyrtidium inflatum	?	Cyrtocapsa tetrapera
		Нижний	Cyrtocapsa quadricava	Stichocorys armata	Stichocorys armata	Dendrospyris (?) sakaii	?	Cyrtocapsa compacta
Палеоген	Верхний	Верхний	Theocapsa japonica	Cannartus violina	Stylosphaera minor - D. (?) sakaii	?	Theocorys cryptocephalum	
		Нижний	Haliomma entactinia	Prunopyle titan	Siphocampe nodosaria	?	Eusyr. incrassatum - Lychnocan. elongata	

Рис. 2.1. Сопоставление зональных шкал по радиоляриям островного и океанического склонов Японского желоба, разработанных по материалам глубоководного бурения

Многочисленные попытки создания единой биостратиграфической шкалы по радиоляриям субтропической и бореальной областей Тихого океана не увенчались успехом. Причинами этого являются различный таксономический состав комплексов кайнозойских радиолярий этих областей и их фрагментарная изученность в отложениях палеогенового возраста (Попова, 1989 а; Витухин, 1993; 2001; 2010; Shilov, 1995 b и др.). Недавно была предложена шкала акмезон (Точилина, 2015; Точилина и др., 2017), которая охватывает интервал от позднего палеоцена до позднего плиоцена (рис. 2.3). Для неогеновых отложений существует несколько региональных шкал (рис. 2.1, 2.2, 2.3), разработанных для Японского желоба, Японского, Берингова и Охотского морей.

Отдел	Мировой	Nakaseko, Sugano, 1973	Funayama, 1988	Ling, 1992	Motoyama, 1996	Цой, Шастина, 1999	Tada et al., 2015	Василенко, 2015, 2016	Kamikuri et al., 2017
О	Верх.	Не расчленено		Cycladophora davisiana	Axoprunum acquilonium		Botr. aquilonaris Styl. universus	Cyclad. davisiana	Cerat. borealis Lych. sakaii Amph. setosa Sch. japonicus Hex. minerva H. parviakitaense
					E. motoyamai Cyclad. sakaii D. robustus	Spongodiscus osculosus	E. motoyamai Cyclad. sakaii		
Плиоцен	Ниж.	Thecosphaera japonica	Не расчленено	Sphaeropyle langii	S. pylomaticus	Clathrocyclas bicornis	S. pylomaticus	Clathrocyclas bicornis - Spurioclath. sphaeris	Larcop. L. hannai pylomat. L. klingi
					Stylacontarium acquilonium				
Миоцен	Верхний	Lychnocanium nipponicum	Lychnocanoma nipponica magnacornuta	Thecosphaera japonica	Lithelius barbatus	Stichocorys neodelmontensis	Lithelius barbatus	Spurioclath. urymensis	Lithel. barbatus
					L. parallelipes				L. parallelipes
	Средний	Cyrtocapsella tetrapera	Eucyrtidium inflatum Eucyrtidium asanoi	Cyrtocapsella tetrapera	Cycladophora cornutoides	Lychnocanoma nipponica magnacornuta	Lychnocanoma magnacornuta	Lychnocanoma magnacornuta	Cycladophora funakawai
Нижний	Не расчленено	Melitosphaera magnaporulosa	Calocyclelta costata		Lychnocanoma magnacornuta	Lychnocanoma magnacornuta	Lychnocanoma magnacornuta	Lychnocanoma magnacornuta	Collosp. reynoldsi Cyrtocapsa japonica

Рис. 2.2. Сопоставление зональных шкал по радиоляриям Япономорской области, разработанным по материалам глубоководного бурения, драгирования и наземным морским разрезам Японии

Анализ существующих шкал и схем по радиоляриям показал большие отличия зональных подразделений Японского, Охотского и Берингова морей, а также Японского желоба и гайота Детройт. Это связано со своеобразием комплексов радиолярий бореальной области, характеризующихся экологической нестабильностью, что влияло на таксономический состав и структуру сообществ. Так, на океаническом склоне Японского желоба в средне-верхнемиоценовых отложениях прослежены зоны тропической области Тихого океана (*Dorcadospyris alata*, *Cannartus petterssoni*, *Ommatartus antepenultimus*, *Ommatartus penultimus*) (Sakai, 1980), виды-индексы которых не встречаются в более высоких широтах, что обусловлено их экологией (рис. 2.1). Это же касается верхнеплиоцен-нижнеплейстоценовой зоны *Lamprocyclas heteroporos*, аналогом которой в более высоких широтах является зона *Spongodiscus osculosus* (Точилина, 1980, 1985).

Отдел	Подотдел		гайот Детройт		Восточно-Камчатский рег. и о. Сахалин	Восточно-Камчатский рег. и Охотское море		
	В.	С.	Shilov, 1995 a, b	Точилина и др., 2017	Витухин, 2001	Цой и др., 2000; Цой, Шастина, 2005		
Плиоцен	Вер.	Н.С.	<i>B. tumidulum</i>	<i>E. tumidulum</i>	<i>Botr. aquilonaris</i>	<i>Lychnocanium grande</i>	<i>Ax. angelinum</i>	
			<i>Cromyech. langii</i>	<i>Styl. universus</i>	<i>Stylosphaera angelina</i>	<i>Stylocyrtidium</i>	<i>E. motoyamai</i>	
Плиоцен	Ниж.	Вер.	<i>E. motoyamai</i>	<i>E. motoyamai</i>	<i>E. motoyamai</i>	<i>S. osculosus</i>	<i>Cycladophora sakaii</i>	
			<i>Spongidiscus osculosus</i>	<i>Lamprocyclus heteroporus</i>	<i>Diplocyclus cornutoides</i>	<i>Clathrocyclus bicornis</i>	<i>Cromyechinus langii</i>	<i>S. pylomaticus</i>
Миоцен	Верхний		<i>Clathrocyclus bicornis</i>		<i>Axoprimum acquilonium</i>	<i>Lithocampe radricula</i>	<i>Stylocyrtidium acquilonium</i>	<i>Lithelius barbatus</i>
					<i>Axoprimum acquilonium</i>	<i>Ariadnella numerosa</i>	<i>Stylocyrtidium acquilonium-Lipmanella redondoensis</i>	
			<i>Stichocorys delmontensis</i>		<i>Lipmanella redondoensis</i>	<i>Lychnocanium parallelipes</i>	<i>Theocorys redondoensis</i>	
					<i>Lychnocanoma nipponica magnacornuta</i>	<i>Lychnocanium nipponicum</i>	<i>Lychnocanium nipponicum magnacornuta</i>	
					<i>Eucyrtidium inflatum</i>	<i>Eucyrtidium inflatum</i>	<i>Eucyrtidium inflatum</i>	
					<i>Eucyrtidium asanoi</i>	<i>Stichocorys huschkei</i>	<i>Eucyrtidium asanoi</i>	
					<i>Acrospyrus lingii</i>	<i>Lithocampe subligata</i>	<i>Dendrospyrus (?) sakaii</i>	
					<i>Lithocampe subligata</i>	<i>Theocapsa japonica</i>	<i>Pentactinosphaera hokkurikuensis</i>	<i>C. costata</i>
					<i>Cenosphaera coronataformis</i>	<i>Cyrtocapsa pyrum</i>	<i>Lithomitrisa conica</i>	<i>Lipmanella japonica conica</i>
					<i>Cenosphaera coronata</i>	<i>Dendrospyrus (?) sakaii</i>	<i>Pentactinosphaera hokkurikuensis</i>	<i>Gondwanaria dogieli</i>
Олигоцен	Верхний				<i>Haliomma nobile</i>			
					<i>Hal. oculatum</i>			
Олигоцен	Нижний				<i>Prunopyle solida</i>	<i>Lithomitrisa conica</i>		
						<i>Haliomma (?) extima</i>		
Эоцен	Верхний				<i>Lith. minuta</i>			
					<i>Stylosphaera radiosa</i>			
					<i>C. semipolita</i>			
					<i>H. eocenica</i>			
Эоцен	Сред.				<i>Th. striata striata</i>		<i>Theocyrtis litos</i>	
					<i>Podocyrtis papalis</i>		<i>A. auriculaleporis</i>	
П.					<i>Theocampe apicata</i>			

Рис. 2.3. Сопоставление зональных шкал по радиоляриям палеоген – неогена Охотского моря, включая о-в Сахалин, гайота Детройт и Восточно-Камчатского региона, включая о-в Карагинский, Командорские острова (о-ов Беринга)

Кроме различия одновозрастных зональных подразделений, прослеженных в разных стратиграфических разрезах, наблюдается изменение объёмов одних и тех

же зон. Ярким примером может служить зона *Dendrospyris* (?) *sakaii* (= *Acrospyris lingii*) (= *Dendrospyris sachalinensis*) (рис. 2.1 и 2.3), объём которой охватывает большой стратиграфический интервал: ранний (Точилина и др., 2015; 2017; Точилина, 2013; 2015) – начало среднего миоцена (~ 8 млн лет) (Shilov, 1995 а; Витухин, 2001; Kamikuri et al., 2004). Вероятно, это связано с разными критериями выделения зон, а также с отсутствием данных об уровне первого появления зонального вида-индекса *Dendrospyris* (?) *sakaii* Sugyama et Furutani. В районе островного склона Японского желоба первые находки этого вида были зафиксированы в отложениях древнее 20 млн лет (Точилина, 2013), на гайоте Детройт – древнее 23 млн лет (Точилина, 2013; 2015), в Японском море возраст зоны *Dendrospyris* (?) *sakaii* рассматривается в пределах 16.8-14.8 млн лет (Tada et al., 2015). Такое «плавающее» положение делает обсуждаемую зону трудно используемой при определении возраста вмещающих её отложений. Для избежания серьёзных ошибок при биостратиграфическом расчленении в такой ситуации следует учитывать присутствие сопутствующих видов с узким стратиграфическим интервалом. В настоящей работе таким видом является *Lipmanella pilva* Vitukhin, распространённый в верхней части зоны *Dendrospyris* (?) *sakaii* и имеющий среднемиоценовый возраст (Витухин, 1993; Shilov, 1995 а).

Несмотря на большие различия, предложенные шкалы по радиоляриям содержат «универсальные» зональные подразделения, прослеживающиеся в большинстве биостратиграфических радиоляриевых шкал. Д.И. Витухин (2001) к таким подразделениям отнёс зоны: нижнего миоцена – *Pentactinosphaera hokurikuensis* (= *Cenosphaera coronatoformis*); нижнего – среднего миоцена – *Dendrospyris* (?) *sakaii*; среднего миоцена – *Eucyrtidium asanoi*, *Eucyrtidium inflatum*; среднего – верхнего миоцена – *Lychnocanium nipponicum magnacornuta*. Наши данные позволяют расширить этот список, добавив в него зоны: начала позднего миоцена – *Theocorys* (= *Lipmanella*) *redondoensis*, конца позднего миоцена – *Lychnocanoma parallelipes*, раннего плейстоцена – *Lamprocyclas heteroporos* и *Eucyrtidium motoyamai*, позднего плейстоцена – *Botryostrobos aquilonaris*.

2.2. История изучения радиолярий в районе Курило-Камчатского желоба

Во второй половине XX века проводились многочисленные морские экспедиции с целью получения данных об истории геологического развития Курило-Камчатского желоба и сопряженных структур. При изучении геологических материалов, полученных методом драгирования в этих экспедициях, радиоляриям, к сожалению, уделялось недостаточное внимание. Это привело к отставанию в накоплении знаний об этой разнообразной группе микроорганизмов, по сравнению с диатомовыми водорослями и силикофлагеллатами, которые активно изучались (Цой, 2002, 2011, 2014, и др.).

Наиболее древние радиолярии позднемиоценового возраста были установлены на северном плато подводного хребта Витязь (Смирнова, 2007; Терехов и др., 2012), а также в наземных морских разрезах о-ва Шикотан (Малая Курильская гряда) (Брагина, 1991; Палечек и др., 2008). Анализ таксономического состава этих радиолярий, проведенный вышеуказанными авторами, обнаружил большое сходство с видами, распространёнными в отложениях Западной Камчатки (Палечек и др., 2005), о-ва Сахалина (Казинцова, 2000), Калифорнии (Campbell, Clark, 1944), Западной Сибири и Тургайского прогиба (Липман, 1962; Козлова, Горбовец, 1966).

Радиолярии эоцен-раннемиоценового возраста установлены впервые на островном склоне Курильской дуги (Точилина, 1985), а позднее на островном склоне Восточной Камчатки и в Охотском море (Попова, 1989; Цой и др., 2000, Цой, Шастина, 2005) (рис. 2.4). Прослеженные в этих районах зональные подразделения и комплексы содержат виды, распространенные преимущественно в эоценовых отложениях Калифорнии (Clark, Campbell, 1942), Антарктики (Petrushevskaya, 1975; Takemura, 1992), европейской части России (Липман и др., 1960; Козлова, Горбовец, 1966), Западной и Восточной Камчатки, включая о-в Карагинский (Рунёва, 1975; 1979; Бахтеев и др., 1994; Литвинов и др., 1990; Витухин, 1987; 1993).

Следует отметить, что слои с *Prunopyle solida* (Точилина, 1985), выделенные на островном склоне Курильской дуги (рис. 2.4), первоначально были отнесены к

раннеэоценовому возрасту на основе сопоставления признаков этих слоев с комплексами зональных подразделений шкал западно-сибирских палеогеновых свит (Козлова, Горбовец, 1966; Липман и др., 1960). Позднее при изучении материалов 145 рейса ODP преобладание вида-индекса было обнаружено в комплексе радиоларий олигоценового возраста, что позволило С.В. Точиной (Точилина, 2015; Точилина и др., 2017) выделить акмезону *Prunopyle solida* и определить её возраст как олигоценовый.

Отдел	Подотдел	Тихоокеанский склон Курильской островной дуги	Морские наземные разрезы о-вов Кунашир и Итуруп		Кроноцкий залив Восточной Камчатки	
		Слои с Radiolaria Точилина, 1985	Комплексы Radiolaria Рунёва, Ушко, 1984	Витухин и др., 1996	Комплексы Radiolaria Попова, 1989 а	Зоны Radiolaria и комплексы Цой и др., 2000; Цой, Шастина, 2005
ПЛЕЙСТОЦЕН	Нижн.-средний					<i>Axoprinum angelinum</i>
	Верхний					
ПЛИОЦЕН	Нижний		<i>Spongotrochus glacialis</i>	<i>Thecosphaera japonica</i>		<i>Spongurus pylomaticus</i>
	Верхний		<i>Thecosphaera japonica</i>			<i>Lithelius barbatus</i>
МИОЦЕН	Средний		<i>Lychnocanium nipponicum</i>	<i>L. nipp. magn.</i> <i>Euc. asanoi</i> <i>Dendr. sachalin</i>		
	Нижний	<i>Lychnocanoma elongata</i>				<i>Lipmanella japonica conica - Gondwanaria japonica</i>
ОЛИГОЦЕН	Верхний	<i>Ceratocyrtis robustus</i>				
	Нижний	<i>Haliomma extima (=H. oculatum)</i>				
ЭОЦЕН	Верхний	<i>Heliodiscus asteriscus</i>				
	Средний	<i>Xiphatractus chabakovii</i>			<i>Lophocorys norvegiensis</i>	<i>Artobotrus auriculalepotis</i>
	Нижний	<i>Prunopyle solida</i>				

Рис. 2.4. Биостратиграфические схемы по радиолариям кайнозоя, предложенные для тихоокеанского склона Курильской островной дуги, наземных морских разрезов о-вов Итуруп и Кунашир и Кроноцкого залива Восточной Камчатки

Радиоларии среднемиоцен-плиоценового возраста впервые были установлены в наземных морских разрезах о-вов Итуруп и Кунашир (Большая

Курильская гряда) (Рунёва, Ушко, 1984; Витухин, 1989; Витухин и др., 1996). Для расчленения этих отложений использовались зоны и слои по радиоляриям, выделенные в разрезах Японии (Nakaseko, Sugano, 1973; Funayama, 1988) и Северного Сахалина (Витухин, 1993): среднего миоцена *Dendrospyris sachalinensis* (Витухин, 1993) (= *Dendrospyris* (?) *sakaii*) (Гладенков и др., 1999), *Eucyrtidium assanoi*, *E. inflatum*, *Lychnocanoma nipponica magnacornuta*, позднего миоцена *Thecosphaera japonica* и плиоцена *Spongotrochus glacialis*. Следует отметить, что Н.П. Рунёвой и К.А. Ушко (1984) в комплексах радиолярий ловцовой (средний – верхний миоцен) и алёхинской (верхний миоцен – плиоцен) свит о-ва Кунашир были впервые обнаружены колониальные радиолярии. Это позволило вышеуказанным авторам сделать вывод о наличии поверхностных тепловодных масс в бассейне миоцен-плиоценового времени, находившегося в районе Большой Курильской гряды. Кроме этого, в отложениях Кроноцкого залива Восточной Камчатки были встречены редкие виды, в том числе зональные, позднего миоцена – плейстоцена из комплексов зон япономорской области: *Lithelius barbatus*, *Spongurus pylomaticus*, *Axoprimum angelinum* (Цой и др., 2000) (рис. 2.4). На тихоокеанском склоне Курильской островной дуги радиолярии моложе раннемиоценового возраста изучены не были.

Восполнить этот пробел, в некоторой степени, удалось автору настоящей диссертационной работы, благодаря изучению геологических материалов 37, 41 и 52 рейсов НИС «Академик М.А. Лаврентьев», выполненных в районе подводного хребта Витязь в 2005, 2006 и 2010 годах. В результате было установлено, что отложения кайнозойского возраста подводного хребта Витязь содержат богатые комплексы радиолярий, характеризующие различные этапы развития его осадочного чехла. В настоящее время в отложениях островного склона Курило-Камчатского желоба выявлена последовательность радиоляриевых комплексов (прерывистая) позднего кампана – раннего палеоцена (Смирнова, 2007, Терехов и др., 2011; 2012), позднего эоцена – раннего плиоцена (Василенко, 2015; 2017 а, б) и плейстоцена (Василенко, 2013, 2018).

Выводы:

1. Анализ биостратиграфических шкал по радиоляриям, разработанных в Северо-Западной Пацифике, показал большие различия одновозрастных зональных подразделений и их объёмов. Это связано со своеобразием комплексов радиолярий бореальной области Тихого океана, характеризующихся экологической нестабильностью, а также с разными принципами, на которых базируются эти зональные подразделения и проводятся их границы. При межрегиональной корреляции основополагающее значение имеют «универсальные» зональные подразделения, прослеживающиеся в большинстве биостратиграфических радиоляриевых шкал.

2. Радиолярии кайнозойского возраста на тихоокеанском склоне Курильской островной дуги изучены эпизодически в ограниченном возрастном диапазоне: эоцен (?) – начало раннего миоцена. Это обстоятельство делает указанный район перспективным для исследований с применением радиоляриевого анализа.

ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Материалы исследования

В районе островного склона Курило-Камчатского желоба были проведены десятки научно-исследовательских экспедиций (рейсы на НИС «Отважный», «Пегас», «Первенец» «Академик М.А. Лаврентьев» и др.), в ходе которых методом драгирования были отобраны сотни проб, представляющих уникальный коллекционный материал, который хранится в Тихоокеанском океанологическом институте им. В.И. Ильичева ДВО РАН. Автором изучены пробы, полученные от С.В. Точиловой, Е.П. Леликова и И.Б. Цой (Приложение: табл. 1).

Поскольку глубоководного бурения в районе Курило-Камчатского желоба не проводилось, для восстановления стратиграфической последовательности слоёв осадочного чехла автором, совместно с С.В.Точиловой, изучены радиолярии из глубоководных скважин, пробуренных на островном склоне Японского желоба (скв. DSDP 434, 434А и 434В) и на гайоте Детройт (на севере Императорского хребта, скв. ODP 884В) (Точилина, Василенко, 2014; Точилина и др., 2017). Кроме этого, для корреляции изучались радиолярии, выделенные из образцов драгирования Японского моря, полученных сотрудниками Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН в многочисленных морских экспедициях в разные годы.

1.2. Метод радиоляриевого анализа

3.2.1 Лабораторная обработка образцов и приготовление постоянных препаратов

Обработка образцов проводилась по стандартной методике Р.Х. Липман (1979), дополненной С.В. Точиловой (1985) и Л.Н. Василенко (настоящая работа).

Весь изучаемый осадок взвешивался на торсионных весах (MW 120), после чего дезинтегрировался в воде в течение нескольких суток, затем кипятился с добавлением триполифосфата и H_2O_2 и промывался через сито размерностью 40 мкм.

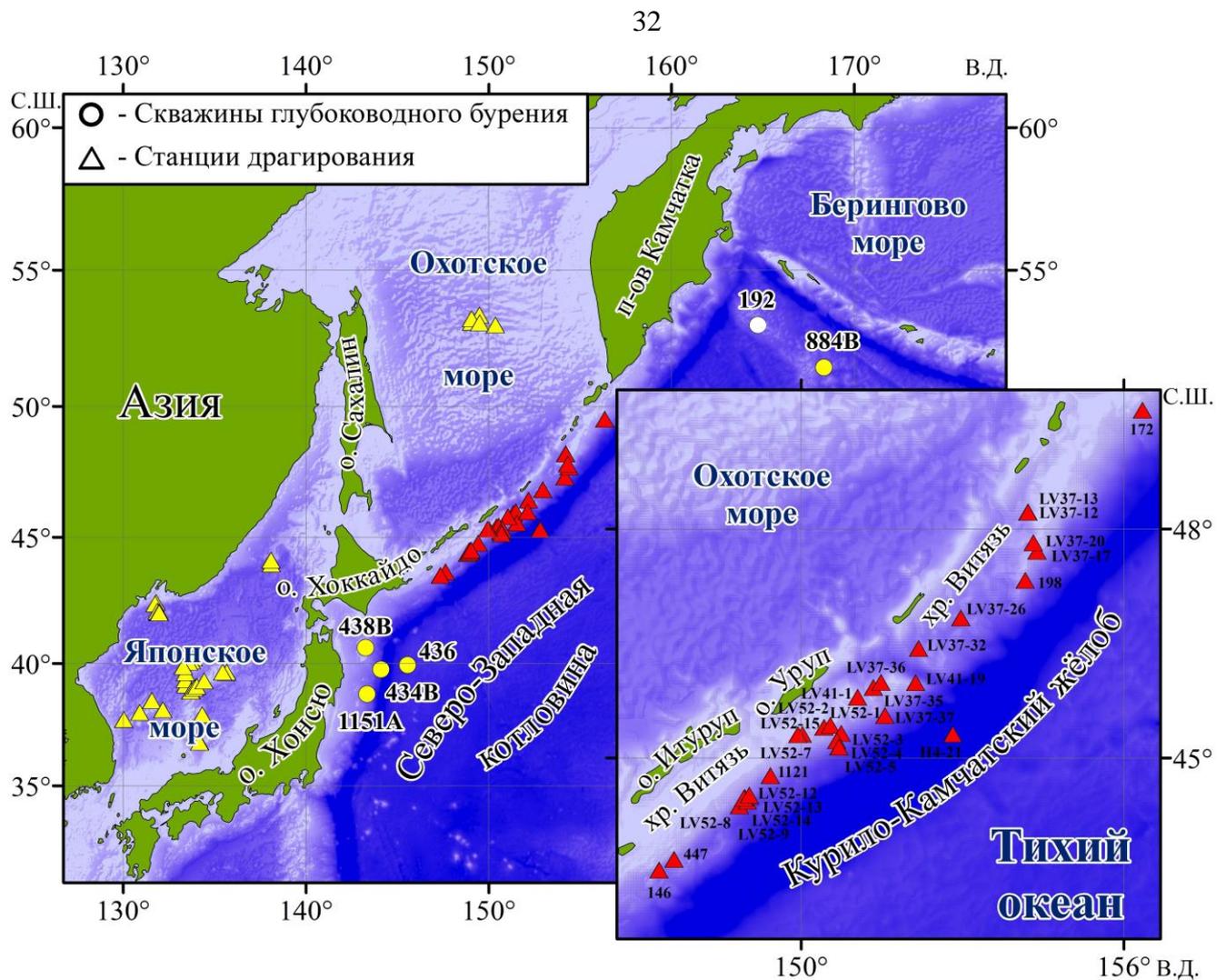


Рис. 3.1. Карта местоположения изученных станций драгирования на островном склоне Курило-Камчатского желоба (красные), а также изученных для корреляции скважин глубоководного бурения и станций драгирования (желтые) и по литературным данным (белые)

В работах Р.Х. Липман (1979) и С.В. Точиной (1985) предложено использование сита размерностью 63 мкм, в более поздних работах (Abelmann, 1988; Abelmann et al., 1999; Матуль, 2009; и др.) установлено, что для сохранения полного таксономического состава радиолярий необходимо изучение фракции осадка > 40 мкм. Поэтому в настоящей работе при промывании осадков использовалось сито, размерностью 40 мкм, что позволило надёжно учесть содержание основных таксонов радиолярий.

Высушенный осадок разделялся квартованием, из $\frac{1}{4}$ части всего осадка бралось небольшое количество и взвешивалось. Таким образом, была получена навеска, значение которой записывалось на заранее подготовленном предметном стекле (размер стекла $25 \times 75 \times 1,2$ мм), на котором, также записывался номер образца. Полученная навеска осадка полностью помещалась на предметное стекло, заливалась 2-3 каплями раствора канадского бальзама с ксилолом и закрывалась покровным стеклом (размер стекла $24 \times 24 \times 0,17$ мм). Приготовленный препарат оставлялся на сутки в вытяжном шкафу.

Для инструментального исследования под сканирующим электронным микроскопом с получением фотоизображений с помощью металлической иглы проводилось размещение экземпляров радиолярий на металлические цилиндрические обелиски (столбики). Закрепление экземпляров радиолярий на обелисках осуществлялось с помощью заранее нанесённой на обелиски двухсторонней углеродной ленты. Всего подготовлено и изучено 9 столбиков, включающих 15 образцов (≈ 200 экз.).

3.2.2. Качественные и количественные характеристики комплексов радиолярий

Изучение радиолярий в препаратах проводилось с помощью биологического микроскопа MICMED-6, в котором определялся их таксономический состав, подсчитывалось общее количество в препарате с последующим пересчётом на 1 г осадка (экз./г) и содержание каждого таксона (%). Подсчёт скелетов радиолярий осуществлялся только в препаратах с наиболее полным таксономическим составом (20 таксонов и более). Для образцов с обеднённым таксономическим составом были подготовлены и изучены несколько постоянных препаратов. В образцах с низким содержанием радиолярий процентное количество видов не определялось, а их присутствие отмечалось знаком «+». Кроме этого, в каждом изученном образце было определено относительное содержание систематически разных групп радиолярий: Polycystina (Spumellaria и Nassellaria – исключительно одиночные радиолярии, характеризующиеся развитием эндоаксопластического

типа нуклеаксоподиального комплекса), а также *Collodaria* (одионочные и колониальные радиолярии, характеризующиеся развитием экзоаксопластического типа нуклеаксоподиального комплекса).

Для подсчёта общего количества радиолярий в 1 грамме осадка (Q_r) существует несколько формул, применение которых зависит от методики выделения скелетов радиолярий из осадков (Точилина, 1985; Abelmann, 1988; Abelmann et al., 1999). Автором также предложена формула, позволяющая учесть количество первоначального сухого осадка до его химической обработки. Новая формула имеет следующий вид:

$$Q_r = (R * m_{WS}) / (m_{IS} * m_{HWS}), \text{ где}$$

R – количество скелетов радиолярий в препарате,

m_{WS} – вес отмытого осадка (в граммах),

m_{IS} – исходный вес осадка (не отмытого) (в граммах),

m_{HWS} – вес навески отмытого сухого осадка, помещённой на предметное стекло, в котором производится подсчёт R (вес навески, как правило, составляет несколько миллиграмм, поэтому необходимо перевести это значение в граммы).

Предложенная формула имеет свои достоинства и недостатки. Достоинства заключаются в следующем: 1. Учёт исходного веса осадка снижает погрешность на качество отмывки образца, а значит, приближает количественный подсчёт к реальным значениям. 2. Формула проста в употреблении и не требует сложных математических вычислений. 3. Повторяемость результатов при необходимости приготовления дополнительных препаратов.

К недостаткам можно отнести: 1. Избирательность фракции (f) навески (m_{HWS}), содержащей наибольшее количество скелетов радиолярий ($40 \mu\text{m} < f < 300 \mu\text{m}$). 2. В навеске, помещённой на предметное стекло, могут содержаться крупные частицы терригенного материала, которые затрудняют подсчёт экземпляров в препарате (R). Эта проблема решается путём удаления крупных частиц терригенного материала перед закрытием препарата покровным стеклом.

Фотографирование радиолярий осуществлялось: автором в проходящем свете с помощью фотокамеры Touptek photonics FMA050; в сканирующих электронных

микроскопах Jeol JSM9064lv и Tescan Lyra 3 XMH сотрудниками лаборатории микро- и нано-исследований Дальневосточного геологического института ДВО РАН и в сканирующем электронном микроскопе FEI Quanta 200 (в режиме естественной среды ESEM) сотрудниками лаборатории электронного микроскопа Первого института океанографии Государственного океанологического управления Китайской Народной Республики (FIO SOA China).

3.2.3. Выделение зональных подразделений и их корреляция

В настоящей работе установлены комплексы радиолярий, включающие представителей Polycystina (Spumellaria, Nassellaria) и Collodaria. При выделении этих комплексов применялся принцип смены ассоциаций радиолярий во времени: учитывалось совместное распространение нескольких видов, доминирование отдельных таксонов, присутствие зональных видов-индексов и характерных видов, имеющих узкий стратиграфический диапазон, а также сохранность скелетов. Близкой методологии выделения зональных подразделений придерживались М.Г. Петрушевская (1973, 1978); К.Р. Бёрклунд (Bjørklund, 1977); М.Г. Петрушевская и Г.Э. Козлова (1979); И.Е. Левыкина (1986), Г.Э. Козлова (1999) и др.

В процессе работы была установлена невозможность применения какой-либо одной радиоляриевой шкалы или схемы для зонального расчленения осадочных отложений исследуемого района. В связи с этим стратиграфическая последовательность и возраст установленных комплексов определялись на основе корреляции с комплексами радиоляриевых зон и слоев с радиоляриями, выделенными ранее в глубоководных скважинах (Приложение: табл. 2):

– островного склона Японского желоба (скв. DSDP 434, 434А, 434В, 438А, IODP 1151А) (Reynolds, 1980; Tochilina, 1991, 2012; Kamikuri et al., 2004; Точилина, 2013; Точилина, Василенко, 2014; Tada et al., 2015);

– гайота Детройт (север Императорского хребта, скв. ODP 884В) (Shilov, 1995 a, b; Точилина, 2015; Точилина и др., 2017);

– Японского моря (скв. IODP U1430) (Kamikuri et al., 2017).

В изучении некоторых приведенных глубоководных скважин автор принимала непосредственное участие.

Кроме этого корреляция проводилась с комплексами радиолярий, установленными по материалам драгирования в Охотском (Цой, Шастина, 2005) и Японском морях (Василенко, 2015; 2016; Цой и др., 2017).

Данные радиоляриевого анализа сопоставлялись с результатами диатомового анализа и по силикофлагеллатам, полученными по этим же пробам (Терехов и др., 2012, 2013; Цой, 2002; 2011; 2014). Возраст стратиграфических подразделений дан согласно Международной хроностратиграфической шкале (Cohen et al., 2018). Палеоклиматические реконструкции проводились с использованием данных, приведенных в работах (Витухин, 1993; 2001; 2010; Гладенков, 1988; Гладенков и др., 1999, 2005; Кругликова, 1995, 2013).

3.2.4. Применение радиолярий для палеореконокструкций

Содержание представителей групп радиолярий *Spumellaria*, *Nassellaria* и *Collodaria* в сообществах распределено неравномерно. Изучение соотношения этих групп может применяться для палеоклиматических реконструкций. С целью выявления степени доминирования какой-либо группы в танатоценозах радиолярий С.Б. Кругликовой (Кругликова, 1995, 2013) введён коэффициент $R_{s/n}$, позволяющий отражать разнообразие ($R_{s/n}^d$) и обилие ($R_{s/n}^a$) представителей *Spumellaria* (s) и *Nassellaria* (n). Ею установлено, что в холодноводных районах коэффициент $R_{s/n}^a$ существенно меньше единицы. Ситуация, когда эти значения превышают единицу, редки и, скорее всего, связаны с характером циркуляции, а не с климатом региона. Кроме этого отмечено, что преобладание *Spumellaria* над *Nassellaria* характерно для неритических районов, районов со сложным гидродинамическим режимом или находящихся вблизи океанических окраин. В настоящей работе также высчитан коэффициент ($R_{s/n}^a$) (Приложение: табл. 4). Представители *Collodaria* обитают в поверхностных слоях открытого океана, изредка встречаясь на глубинах до 30-50 м (Афанасьева, Амон, 2006). По их присутствию можно проследивать наличие теплых поверхностных водных масс, а

также связь водных бассейнов с океаном в определённые периоды геологического времени. Также в работе приводятся количественные данные о таксонах не только видового, но и родового ранга, что способствует интерпретации условий палеосреды, избегая возможных ошибок при определении видовой принадлежности радиолярий. Такой методологический подход активно применяется для палеореконокструкций поверхностного слоя донных осадков Мирового океана (Кругликова, 1969, 1974, 1981, 2013. и др.).

Следующим инструментом для палеореконокструкций служат данные общего количества радиолярий. Наиболее полные сведения о значении этого показателя содержатся в работах (Кругликова, 1981; 2013; Точилина, 1985; Точилина, Попов, 1986; Boltovskoy et al., 1996). Согласно данным, приведённым в этих и других литературных источниках, основные факторы, влияющие на обилие радиолярий в отложениях следующие:

а) Продуктивность радиолярий.

б) Климатическая зональность. По видовому составу радиолярий в планктоне и их количественному содержанию в донных осадках выделено три зоны: аркто-бореальная, тропическая и экваториальная (Кругликова, 1981). Установлено, что в поверхностном слое донных отложений разных климатических зон количество радиолярий значительно различается: в экваториальной зоне – сотни тысяч экземпляров в 1 г сухого осадка, в аркто-бореальной – десятки тысяч, в тропической – сотни экземпляров.

в) Вертикальная зональность. В прибрежных районах, как правило, характеризующихся распреснением, радиолярии редки или отсутствуют. Высокое содержание радиолярий приурочено к фронтальным зонам, зонам дивергенций, где к поверхности поднимаются глубинные воды, богатые биогенными элементами. Кроме этого, установлено, что в разных климатических поясах, содержание *Spumellaria* и *Nassellaria* на разных глубинах неравномерно. В тропической и субэкваториальных зонах *Spumellaria* наиболее обильны на глубинах выше 50 м и от 100 до 150 м, а численность *Nassellaria* увеличивается на глубинах от 100 м и ниже (Засько, 2000). В водах субполярного фронта *Nassellaria*

обильны на глубинах ниже 250-350 м. Для бореальной области (севернее 44°с.ш.) присутствие радиолярий в водной толще характерно для глубин ниже 50-80 м.

г) Литологический состав вмещающих отложений. Высокое содержание радиолярий характерно для радиоляриевых илов, несколько меньшие значения зафиксированы в слабокремнистых диатомовых илах, далее в красной глубоководной глине и карбонатных осадках. Минимальные содержания характерны для терригенных осадков.

д) Сохранность скелетов, которая зависит от гидродинамики района, условий седиментации, включая скорость осадконакопления. Процессы растворения и минерализации скелетов радиолярий снижают значения первичных биоценозов.

е) Вулканическая активность. Высокое содержание радиолярий, а также отдельных таксонов отмечается в эпохи активного проявления вулканической деятельности, которая способствует повышению концентраций кремния в водной толще.

Для восстановления палеоусловий Д.И. Витухиным (1993) установлены три экологических типа комплексов радиолярий:

1. «неритический» тип, характеризуется обеднённым видовым составом (до 12 видов) и низким количеством. Численно преобладают виды *Spumellaria*, характеризующиеся сферической, спиральной и спонгиевой структурой скелетов. Предполагается, что этот тип формировался в прибрежной мелководной обстановке;

2. «переходный» тип сходен с предыдущим, но отличается присутствием относительно мелких *Nassellaria* из родов *Buryella*, *Lithomitrella*, *Siphocampe*, *Cornutella*, *Peripyramis*, *Pseudodictyophimus*, *Ceratocyrtis*, *Tricolocapsa* и др., обычных, а порой обильных в океанических отложениях. Формирование этого типа предполагается в более мористой обстановке по сравнению с «неритическим»;

3. «близкий к океаническому (или открытоморскому)» тип, отличается обилием вышеперечисленных родов и их видовым разнообразием. Этот тип формировался в мористых условиях на относительно больших глубинах.

При описании этих экологических типов комплексов радиолярий Д.И. Витухин (1993) отмечает, что смена их полной последовательности в наземных разрезах шельфовых фаций соответствует одному трансгрессивно-регрессивному циклу.

Учитывая эти факторы можно с большой достоверностью проводить палеорекострукции на региональных и межрегиональных уровнях.

Таким образом, использованные в работе подходы и методы позволяют на современном уровне восстановить стратиграфическую последовательность слоёв осадочного чехла, на основе результатов, полученных по радиоляриевому анализу, а также восстановить условия палеосреды, в которых были сформированы вмещающие отложения.

ГЛАВА 4. КАЙНОЗОЙСКАЯ ФАУНА РАДИОЛЯРИЙ ОСТРОВНОГО СКЛОНА КУРИЛО-КАМЧАТСКОГО ЖЕЛОБА

В результате изучения радиолярий в кайнозойском осадочном чехле островного склона Курило-Камчатского желоба было выявлено богатое видовое разнообразие радиолярий, включающее 308 таксонов (Приложение: табл. 3). Таксономический состав представлен тремя группами микроорганизмов: *Collodaria* – 6 таксонов из 4 родов, *Spumellaria* – 155 таксонов из 80 родов и *Nassellaria* – 147 таксонов из 79 родов. В настоящее время существует множество публикаций, посвящённых географическому распространению видов радиолярий, установленных преимущественно в современных донных отложениях (Hays, 1965, 1970; Кругликова, 1969; 1989; 2013; Ling, 1974; Blueford, 1983; Петрушевская, 1986; Takahashi, 1991; Матуль, 2009; Matsuoka, 2009; Nishimura, Nakaseko, 2011; и др.). Сведения о радиоляриях кайнозоя, особенно раннего, ареалов их распространения в Мировом океане, а также возможные пути миграций, связанные с изменением условий среды, как в глобальном, так и в региональном масштабах, крайне малы (Petrushevskaya, 1975; Кругликова, 1977; Точилина, 1985; Петрушевская, 1986; Попова, 1989 а и др.). В связи с этим, по мнению автора диссертационной работы, при обсуждении таксономического разнообразия радиолярий, установленных в районе исследований, необходимо привести данные о географическом расположении разрезов, из которых были описаны голотипы встреченных в работе видов. Основные голотипы с их географической привязкой, характерные для зональных подразделений кайнозоя Северо-Западной Пацифики, приведены в «Атласе кайнозойских радиолярий ...» (Точилина, Василенко, 2018 б). Следует отметить, что географическая привязка разрезов, содержащих голотипы видов несёт информацию об их географическом распространении в Мировом океане, и только в меньшей степени, о связи водных бассейнов. Радиолярии-космополиты могли существовать в весьма отдалённых районах, не связанных между собой общим водным пространством. Для восстановления этих связей требуются более детальные исследования.

В исследуемом районе, наиболее древние радиолярии позднего эоцена – раннего олигоцена обнаружены в отложениях подводного склона о-ва Шикотан, а также южного и северного плато подводного хребта Витязь. При небольшой общей численности радиолярий (до 2281 экз./г), доминирующими являются представители Spumellaria ($R_{s/n}^a=1.23-28.10$), на долю которых приходится 67-96 %, среди них преобладают таксоны спиральной группы (до 25 %): роды Prunopyle и Spirotunica (рис. 4.1).

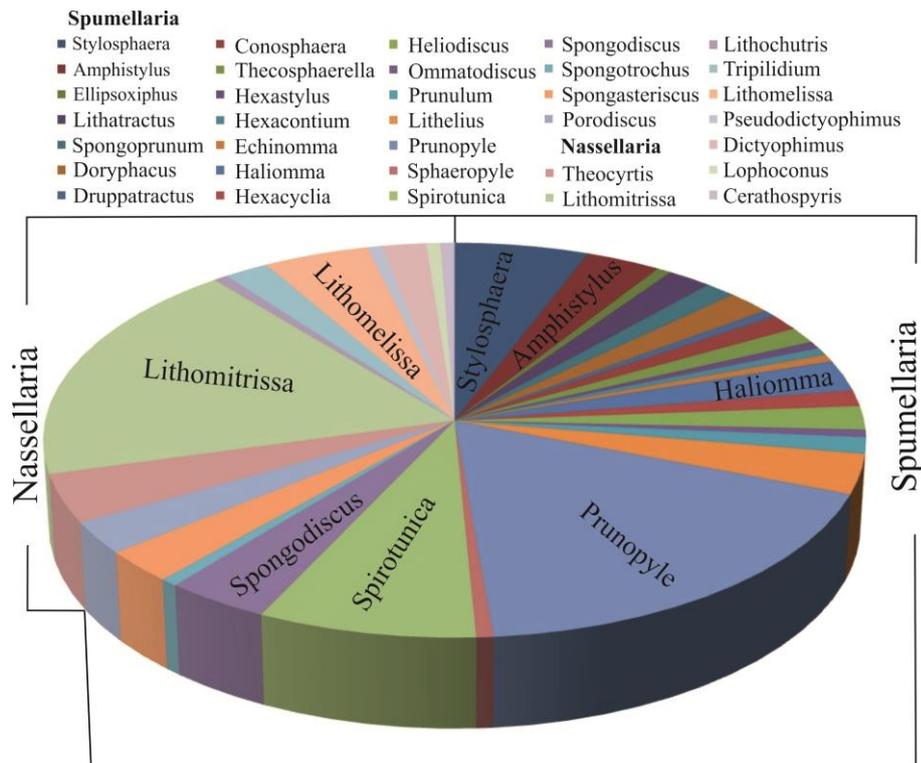


Рис. 4.1. Родовой состав радиолярий и участие их представителей (%) в комплексе раннего олигоцена южного плато хребта Витязь (обр. Lv52-4-2в)

На долю Nassellaria приходится не более 33 %, среди которых резко увеличено содержание холодноводных представителей рода Lithomitrisa (до 18 %). Известно, что в умеренных и полярных областях в нестабильных экологических условиях естественный отбор приводит к выживанию наиболее приспособленных особей, что отражается в ярко выраженном доминировании отдельных таксонов (Кругликова, 1969; 1988; Boltovskoy, 1998).

Таксономический состав ископаемых радиолярий представлен видами,

описанными из палеогеновых разрезов географически отдалённых районов: Западно-Сибирской низменности (*Ellipsoxiphus* cf. *chabakovi*, *Stylosphaera irinae*) (Липман и др., 1960); Воронежской антиклизы (*Hexacyclia* ex gr. *formosum*) (Точилина, 1970); Калифорнии (формация Крейнхаген) (*Stylosphaera minor minor*, *Drupptractus pierinae*, *Heliosoma mirabile*, *Spongoprimum markleyense ovum*, *Spongodiscus communis*, *Spongasteriscus cruciferus*, *Theocyrtis lithos*, *Theocyrtis diabloensis*) (Clark, Campbell, 1942, 1945); о-ва Барбадос (Карибское море) (*Xiphatractus radiosus*, *Stylosphaera liostylus*, *Haliomma aequorea*, *Lithomelissa macroptera* F.A.) (Ehrenberg, 1875), Берингова моря (*Pseudodictyophimus gracilipes* F.A., *Lithomitrisa conica*) (Bailey, 1856; Витухин, 1993) и др. Также высокое содержание имеют виды *Prunopyle solida* и *Spirotunica haackei* (Dreyer, 1889), широко распространенные в умеренных и субтропических широтах Тетического океана в позднеэоценовую и олигоценовую эпохи (Точилина, 1985). Эпизодически присутствуют виды, описанные из разрезов Средиземноморской области (*Heliodiscus siculus*, *Carposphaera rara*) (Stöhr, 1880; Carnevale, 1908) и Норвежского моря (*Dictyophimus* (?) aff. *callosus*) (История ..., 1979). Из отложений рассматриваемого возрастного интервала автором описано два новых вида: *Amphistylus gladiusiacus* Vasilenko, sp. nov. и *Thecosphaerella tochilinae* Vasilenko, sp. nov. (Приложение: табл. I, фиг. 1, 6 а, б). Первый из описанных новых видов также содержится в отложениях позднего эоцена плато Кергелен (антарктический сектор Индийского океана (Южный океан)) (Takemura, 1992).

На южном плато подводного хребта Витязь, в отложениях, относящихся к границе раннего и позднего олигоцена, наблюдается резкое увеличение представителей сферических Spumellaria ($R_{s/n}^a=9.28-44.11$), главным образом, рода *Actinomma* (57.3 %), а в начале позднего олигоцена – рода *Haliomma* (23.6 %) (рис. 4.2, 4.3). Содержание представителей спиральной группы (*Spirotunica*, *Lithelius*, *Spirema*) составляет 27 %. Следует отметить заметное снижение числа представителей рода *Prunopyle* с 22.7 % в раннем олигоцене до 7.2 % на границе раннего и позднего олигоцена, а в начале позднего олигоцена они зафиксированы не были. Ранее было установлено, что обилие представителей семейства

Actinomidae в сообществах радиолярий характерно для прибрежных осадков апвеллингов (Kruglikova, 2009). Значительное преобладание Spumellaria над Nassellaria характерно для районов со сложным гидродинамическим режимом – неритических районов или находящихся вблизи океанических окраин. Географическое расположение района исследований объясняет высокое содержание представителей Spumellaria.

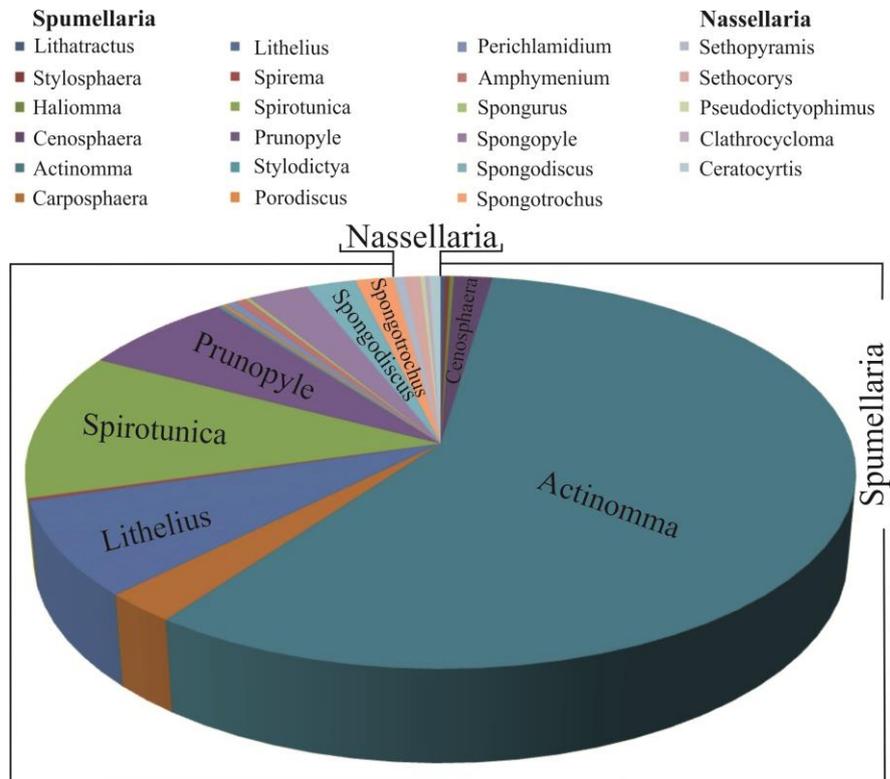


Рис. 4.2. Родовой состав радиолярий и участие их представителей (%) в комплексе конца раннего – начала позднего олигоцена, установленном на склоне о-ва Шикотан (обр. 447-2(1))

Доминируют виды, описанные из отложений о-ва Барбадос (Карибское море) (*Haliomma oculatum* (= *Haliomma* (?) *extima*) и Бермудских о-вов (*Haliomma nobile*) (Ehrenberg, 1875). Следует отметить, высокое содержание приведённых видов в Норвежском море (История ..., 1979), из отложений которого, описан другой вид *Lithelius* aff. *minor* F.A. (Jørgensen, 1905), также присутствующий в отложениях района исследований. Кроме этого, часто присутствует вид *Amphymenium amphistylum* (2.6 %), выделенный из отложений севера Атлантического океана

(Haeckel, 1887). Невелико содержание видов *Haliomma* aff. *medusa*, *Spirotunica* aff. *elliptica*, *Spirotunica spiralis*, *Amphymenium splendiaratum*, распространённых в тропических и умеренных широтах Тихого и Атлантического океанов в позднеолигоценовую эпоху (Ehrenberg, 1838; Haeckel, 1862; Dreyer, 1889; Clark, Campbell, 1942).

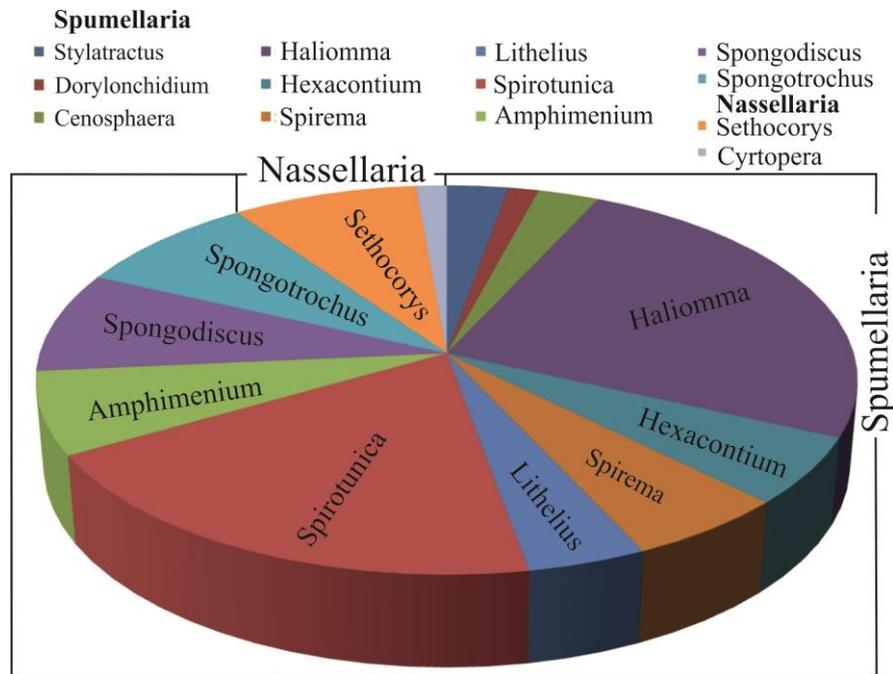


Рис. 4.3. Родовой состав радиолярий и участие их представителей (%) в комплексе позднего олигоцена южного плато хребта Витязь (обр. Lv52-3-6a)

Несмотря на то, что Nassellaria в отложениях рассматриваемого возрастного интервала немногочисленны и представлены обеднённым таксономическим составом: *Sethopyramis quadrata*, *Pseudodictyophimus gracilipes* F.A, *Ceratocyrtis robustus*, *Cyrtopera laguncula* и *Sethocorys crassus*, содержание последнего довольно высокое – до 8 %. Этот вид описан из олигоценовых отложений Средиземноморской области (Carnevale, 1908).

Таким образом, анализ таксономического состава радиолярий конца раннего – начала позднего олигоцена выявил преобладание видов, характерных для тропических, субтропических и умеренных широт Атлантического и Тихого океанов, а также Средиземноморской области. Резко снижено содержание видов, описанных из Калифорнии, преобладающих в более древних – эоцен-

нижнеолигоценовых отложениях.

Радиолярии конца позднего олигоцена – начала раннего миоцена обнаружены в отложениях южного плато подводного хребта Витязь и характеризуются резким увеличением представителей Nassellaria в некоторых образцах ($R_{s/n}^a=0.50-1.48$), главным образом, рода *Siphocampe* (до 9.5 %): *Siphocampe arachnea*, *Siphocampe nodosaria*, *Siphocampe annulosa* и др. (рис. 4.4).

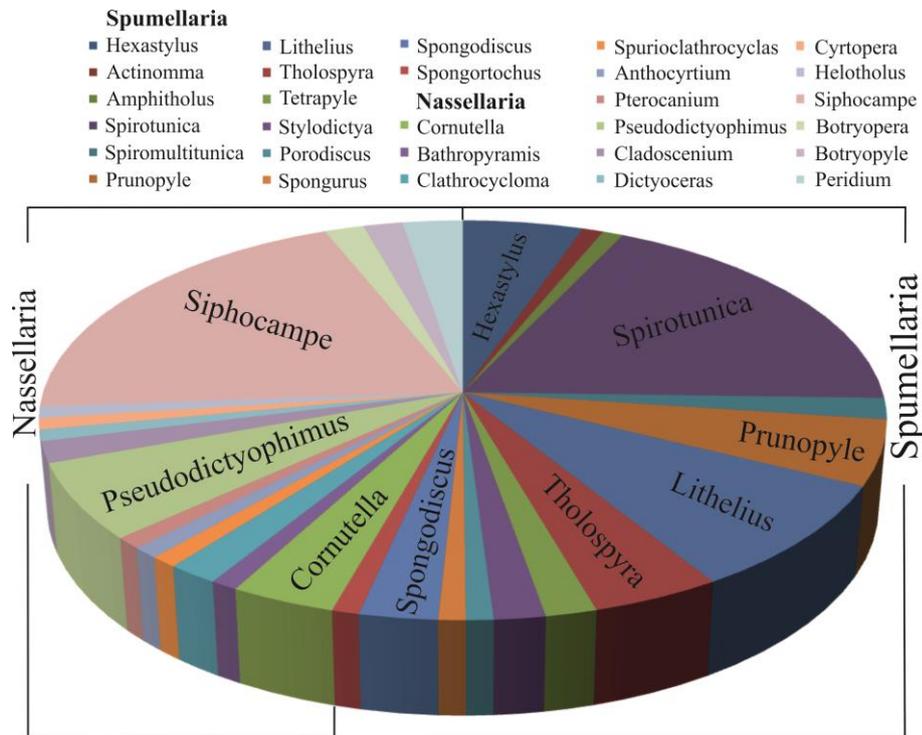


Рис. 4.4. Родовой состав радиолярий и участие их представителей (%) в комплексе конца позднего олигоцена – начала раннего миоцена южного плато хребта Витязь (обр. Lv52-14-2a)

Доминирует вид *Siphocampe arachnea*, выделенный из отложений Дэвисова пролива (юго-западное побережье Гренландии) (Ehrenberg, 1861). Также в самом начале раннего миоцена наблюдается увеличение содержания видов, характерных для Норвежского моря (*Pseudodictyophimus amundseni* и *Cladoscenium tricolpium*) (Haesckel, 1887; Goll, Bjørklund 1989). Среди Spumellaria следует отметить присутствие таксонов Японского моря (*Pentactinosphaera* sp. и *Spiromultitunica circumflexa*) (Точилина, 1985), а также вида *Cenosphaera* cf. *favosa*, описанного из отложений севера Атлантического океана (Haesckel, 1887). Кроме этого, единично

встречен вид *Porodiscus ellipticus*, выделенный в отложениях Средиземноморской области (Carnevale, 1908).

Радиолярии следующего стратиграфического интервала раннемиоценового возраста, установленные также на южном плато обнаруживают резкое увеличение их общей численности в некоторых образцах, достигающей 41123 экз./г. Таксономический состав также резко увеличен. В основном преобладают *Nassellaria*, но встречаются и исключения (в образцах с небольшой численностью) ($R^a_{s/n}=0.17-3.76$) (рис. 4.5). Ярко выраженное доминирование отсутствует. Относительно высокое содержание имеют роды: *Stylosphaera*, *Actinomma*, *Lithelius*, *Spirotunica*, *Prunopyle*, *Corocalyptra*, *Botryopera*, *Helotholus* и *Peridium*. Возрастает участие представителей отряда *Spyridida* (до 7 %).

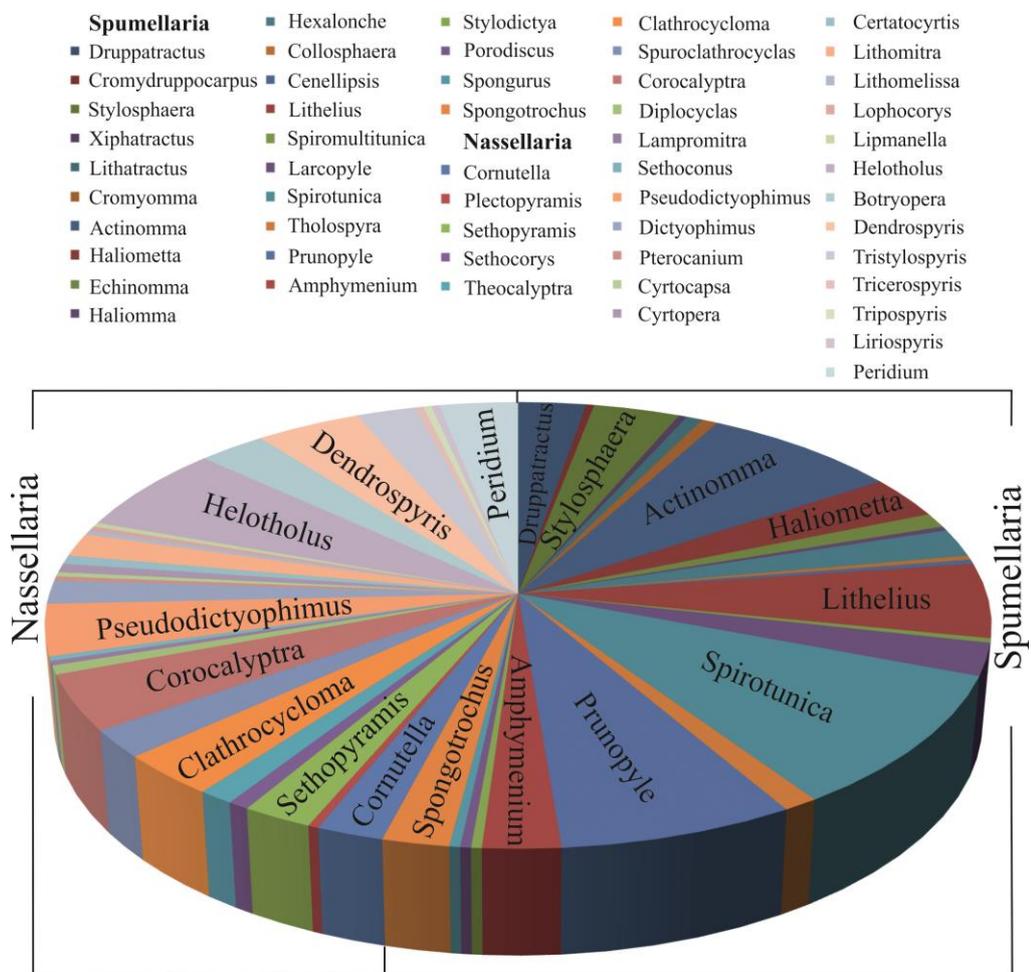


Рис. 4.5. Родовой состав радиолярий и участие их представителей (%) в комплексе раннего миоцена южного плато хребта Витязь (обр. Lv52-11-1)

В таксономическом составе преобладают виды, описанные из Калифорнии: *Druppatractus polycentrus*, *Cromydrupporus esterense*, *Stylosphaera angelina*, *Druppatractus pierinae*, *Actinomma hootsi*, *Haliometta miocenica*, *Spirotunica polyacantha*, *Tricerospyrus* aff. *pacifica*, *Tripospyrus dubia*, *Spongodiscus* ex gr. *gigas* (Clark, Campbell, 1942; Campbell, Clark, 1944), а также встречается вид *Clathrocycloma cosma cosma*, описанный из континентального склона мыса Мендосино (США) (Lombardi, Lazarus, 1988). Велико содержание видов, выделенных в Средиземноморской области (*Spongotrochus craticulatus*, *Botryopera triloba*, *Sethocorys bussonii*, *Sethocorys cristata*, *Theocorys coronata*) (Ehrenberg, 1854; Stöhr, 1880; Carnevale, 1908), также разнообразны виды, характерные для Южного океана (*Larcopyle polyacantha amplissima*, *Cyrtocapsella isopera*, *Lithomelissa tricornis*, *Dendrospyrus* aff. *haysi*) (Chen, 1975; Lazarus et al., 2005) и Норвежского моря (*Pseudodictyophimus amundseni*, *Lipmanella japonica conica*, *Lipmanella japonica*, *Spurioclathrocyclas humerus*, *Corocalyptra craspedota*) (Jørgensen, 1905; Nakaseko, 1963; Petrushevskaya, 1975; История ..., 1979; Goll, Bjørklund, 1989). Некоторые из приведённых видов обитали в раннем миоцене в Охотском и Японском морях (Цой, Шастина, 1999; 2005; Цой и др., 2017). Следует отметить, что в таксономическом составе присутствуют виды колониальных радиолярий Collodaria: *Collosphaera pyloma*, описанный из островного склона Японского желоба (Reynolds, 1980) и *Collosphaera bergontianus*, описанный из морских отложений Италии (Carnevale, 1908).

Радиолярии конца раннего миоцена обнаружены в отложениях северного плато подводного хребта Витязь. Наблюдается резкое сокращение численности радиолярий до 1200 экз./г и их таксономического разнообразия. Видовой состав представлен, главным образом, Spumellaria, широко распространёнными в северо-западной Пацифике ($R^a_{s/n}=28.27$). Увеличивается численность сферических видов из родов *Styptosphaera*, *Pentactinosphaera* и *Haliomma*, содержание которых в комплексе достигает 44.8 % (рис. 4.6). Преобладает вид-индекс *Pentactinosphaera hokurikuensis* – 20.7 %, описанный из морского наземного разреза Японии (Nakaseko, 1955). Уменьшается численность видов спиральной группы (роды

Lithelius, Spirotunica, Spiromultitunica) до 17 %. Nassellaria представлены одним видом *Cyrtocapsa subconica*, выделенным в наземном морском разрезе Японии (Nakaseko, 1955). Другие виды, встреченные в комплексе, описаны из районов: севера Тихого океана (*Styptosphaera spumacea*) (Haeckel, 1887), Калифорнии (*Spirotunica polyacantha*, *Stylotrachus sol* (Campbell, Clark, 1944), Японского моря (*Spiromultitunica circumflexa*) (Точилина, 1985), Средиземноморской области (*Porodiscus ellipticus* и *Spongotrochus craticulatus*) (Stöhr, 1880; Carnevale, 1908).

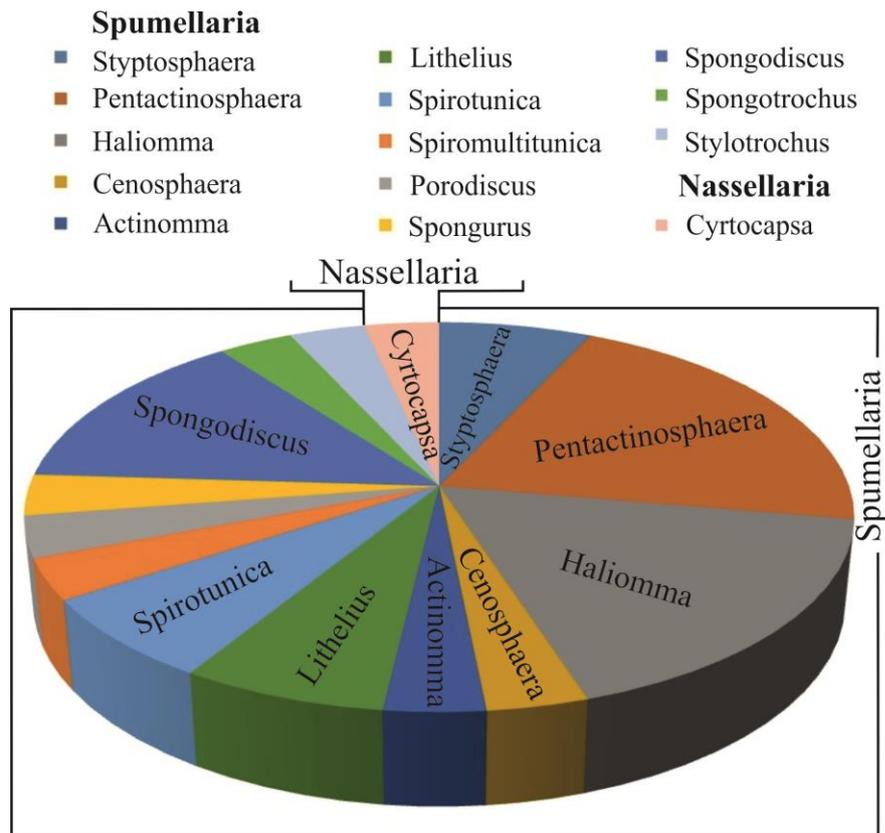


Рис. 4.6. Родовой состав радиоларий и участие их представителей (%) в комплексе конца раннего миоцена северного плато хребта Витязь (обр. 198-19)

Радиоларии конца раннего – начала среднего миоцена установлены в отложениях южного плато подводного хребта Витязь и имеют высокую численность в осадках – 10680 экз./г. Доминирующей группой являются Nassellaria ($R_{s/n}^a=0.53$). Следует отметить отсутствие ярко выраженного доминирования каких-либо родов или видов в комплексе (рис. 4.7): Haliomma – 2.8 %, Lithelius – 9.5 %, Lithomitrisa – 5.6 %, Siphocampe – 4.1 %, Lithomitra – 8.1 %, Spongogodiscus – 1.2 %, Spirotunica – 1.2 %, Styptosphaera – 1.2 %, Pentactinosphaera – 1.2 %, Cenosphaera – 1.2 %, Actinomma – 1.2 %, Spongurus – 1.2 %, Cyrtocapsa – 1.2 %.

Dendrospyrus – 1.4 % и др. Таксономический состав представлен видами, описанными в морских разрезах о-ва Сахалин (Охотское море) и Японии, а также в антарктической части Тихого океана (Южный океан) (*Clathrocyclas ochotica*, *Lipmanella pilva*, *Lithomelissa sphaerocephalis*, *Dendrospyrus* (?) *sakaii*) (Chen, 1975; Sugiyama, Furutani, 1992; Витухин, 1993) и Калифорнии (*Haliometta miocenica*, *Spongocore puer*, *Spongodiscus gigas*, *Lithomelissa* cf. *campanulaeformis*) (Campbell, Clark, 1944). В небольшом количестве присутствуют виды, описанные из Средиземноморской области (*Botryopera triloba* и *Theocorys coronata* (Ehrenberg, 1854; Carnevale, 1908).

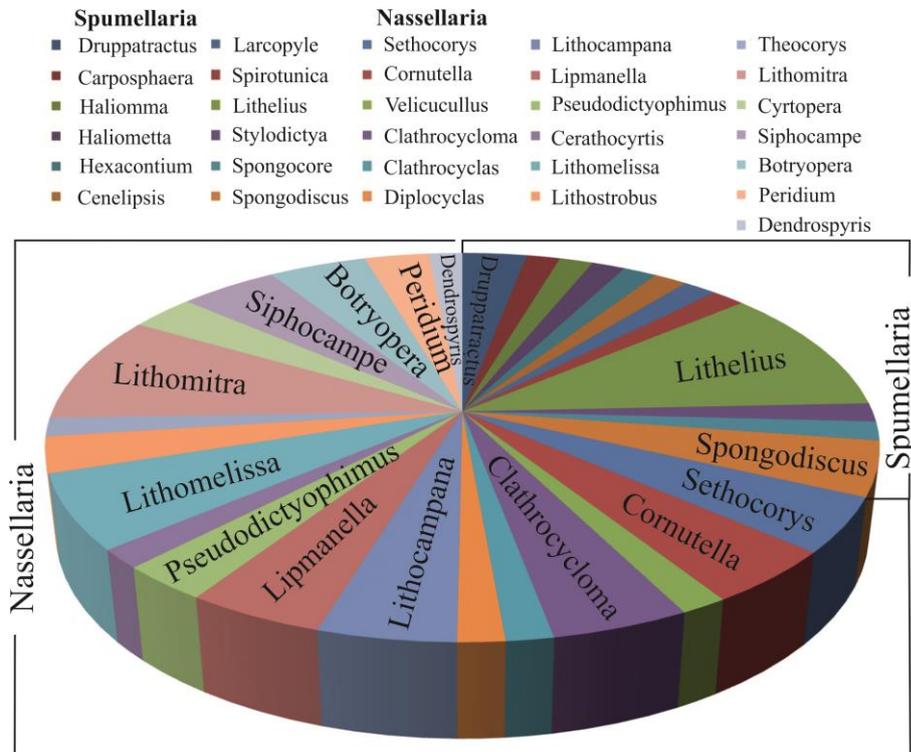


Рис. 4.7. Родовой состав радиолярий и участие их представителей (%) в комплексе начала среднего миоцена южного плато хребта Витязь (обр. Lv52-13-4a)

Радиолярии середины среднего миоцена встречены в отложениях северного плато подводного хребта Витязь. Численность их составляет 1368-2098 экз./г. Преобладают представители Spumellaria, на долю которых приходится 83-91 % ($R^a_{s/n}=6.66-15.38$), в основном это сферические – 24 %, спиральные – 30 % и

спонгиевые – 18 % формы. Nassellaria представлены единичными таксонами из родов: Theocorys, Lithopera, Eucyrtidium, Cyrtocapsa и Calocyclus. Таксономический состав включает виды, описанные их разрезов Японии (*Pentactinosphaera hokurikuensis*, *Thecosphaera miocenica*, *Th. concentrica*, *Th. japonica* (Nakaseko, 1955; 1971), Калифорнии (*Stylosphaera angelina*, *Carposphaera magnaporulosa*, *Staurolonche* ex. gr. *aculeata*, *Spirotunica polyacantha*, *Eucyrtidium inflatum*) (Clark, Campbell, 1942; Campbell, Clark, 1944; Kling, 1973), Северо-Западной котловины Тихого океана (*Eucyrtidium asanoi*) (Sakai, 1980), тропической области Тихого океана (*Cyrtocapsa compacta*) (Haeckel, 1887), Средиземноморской области (*Spongodiscus craticulatus*, *Lithopera renza*) (Stöhr, 1880; Sanfilippo, Riedel, 1970) и др. Кроме этого, присутствует вид Collodaria – *Collosphaera huxleyi* Müller, широко распространённый в Японском море, а также в субтропических широтах Тихого океана.

Радиолярии конца среднего – начала позднего миоцена обнаружены в отложениях южного и северного плато подводного хребта Витязь. Общая численность составляет 3124 экз./г. Преобладают представители Nassellaria, на долю которых приходится 57 % ($R^a_{s/n}=0.70$). Ярко выраженного доминирования каких-либо таксонов не наблюдается. Таксономический состав представлен видами, описанными из Северо-Западной котловины Тихого океана (*Lychnocanoma magnacornuta*) (Sakai, 1980), Калифорнии (*Lithatractus santaennae*, *Spongocore puer*, *Theocorys redondoensis*, *Siphocampe reedi*) (Campbell, Clark, 1944), Берингова моря (*Stylodictya stellata*, *Pseudodictyophimus gracilipes* F.A.) (Bailey, 1856) и др. В комплексе радиолярий присутствуют тепловодные таксоны Spumellaria и Nassellaria, характерные для тропической и субтропической областей Тихого океана (*Cladococcus* sp., *Spongopyle setosa*, *Lithostrobis cornutus*), также отмечается присутствие вида Collodaria – *Collosphaera huxleyi* Müller.

Радиолярии конца позднего миоцена – раннего плиоцена встречены как в отложениях южного плато подводного хребта Витязь, так и Приосевой зоны Курило-Камчатского желоба. Общая численность радиолярий весьма вариабильна – от единичных экземпляров (на южном плато) до 10738 экз./г. (в Приосевой

зоне). В отложениях хребта Витязь значительно преобладают Spumellaria ($R^a_{s/n}=4.67$), в Приосевой зоне, высоко содержание Nassellaria ($R^a_{s/n}=0.7-1.52$). Таксономический состав характеризуется присутствием многокамерных Nassellaria, относящихся к родам Lithocampe, Ariadnella, Stichocorys (рис. 4.8).

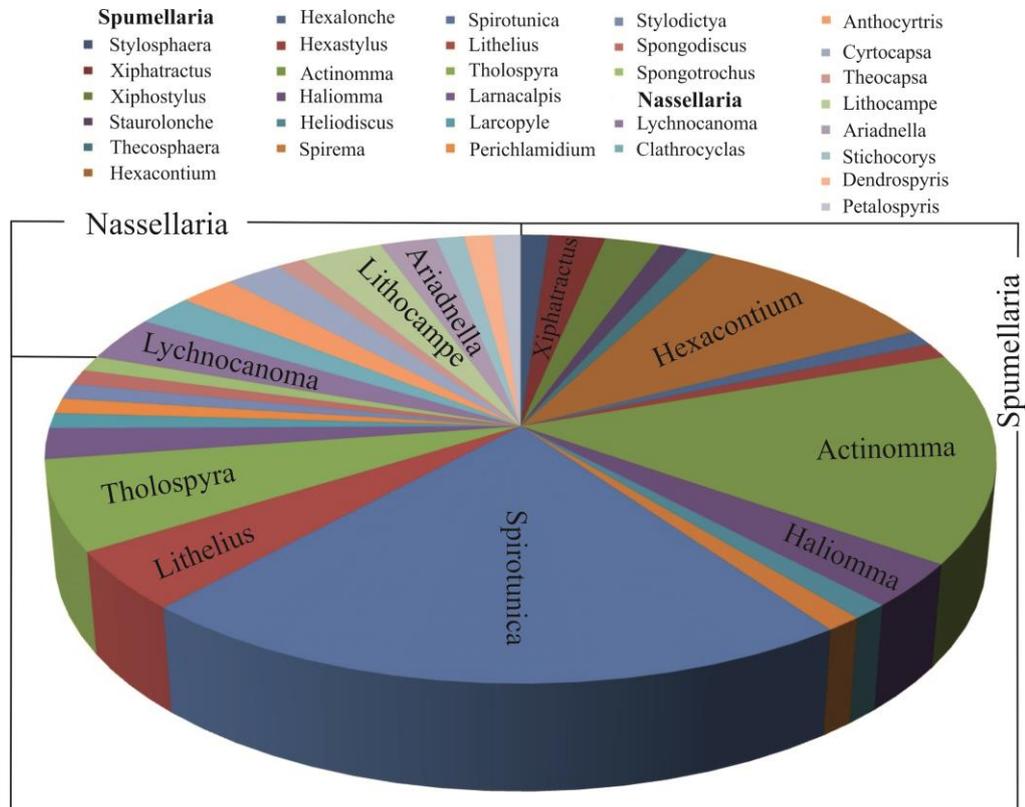


Рис. 4.8. Родовой состав радиоларий и участие их представителей (%) в комплексе конца позднего миоцена – раннего плиоцена южного плато хребта Витязь (обр. Lv52-12-1a)

Следует отметить отсутствие видов, описанных в Норвежском море, характерных для более древних отложений, но виды, описанные из Средиземноморской области, продолжают существовать (*Actinomma aculeatum*, *Hexacantium subtile*, *Anthocytris ehrenbergi*, *Cyrtocapsa meta*, *Theocapsa* cf. *compressa*, *Lithocampe radricula* (Ehrenberg, 1854; Stöhr, 1880; Carnevale, 1908). Последний из перечисленных видов является зональным и был широко распространён в умеренных широтах Тихого океана, включая разлом Чинук (на севере), север Императорского хребта, западную часть Северо-Западной котловины Тихого океана, Японское море, Японский желоб. Близкий ареал

обитания на севере Тихого океана имеют виды *Ariadnella numerosa* и *Stichocorys delmontensis*, описанные из отложений южной Калифорнии и Северо-Западной котловины, соответственно (Campbell, Clark, 1944; Точилина, 2008). Другие калифорнийские виды также разнообразны и представлены: *Stylosphaera angelina*, *Xiphatractus santaenae*, *Staurolonche aculeata*, *Clathrocyclas bicornis helios* (Campbell, Clark, 1944; Lombardi, Lazarus, 1988). Кроме этого, значительное содержание имеют тепловодные таксоны Тихого океана: *Hexalonche aristarchi*, *Hexastylus triaxonius*, *Spirotunica irregularis*, *Spirotunica elliptica*, *Larnacalpis* sp. и др. Единично присутствует вид *Larcopyle labyrinthusa*, описанный в антарктической части Тихого океана (Южный океан) (Lazarus et al., 2005).

Радиолярии начала раннего плейстоцена установлены в отложениях северного плато подводного хребта Витязь и характеризуются малой численностью и обеднённым таксономическим составом, главным образом, это представители Spumellaria: *Thecosphaera tochigiensis*, *Spongopyle osculosa*, *Spongodiscus resurgens* и некоторые другие. Nassellaria включают редких представителей рода Cycladophora. Приведённые виды являются характерными для умеренных широт Тихого и Атлантического океанов (Ehrenberg, 1854; Dreyer, 1889; Nakaseko, 1971).

Наиболее разнообразны таксоны конца раннего плейстоцена, установленные в отложениях северного плато подводного хребта Витязь и грабена Буссоль (рис. 4.9). Общее содержание скелетов радиолярий в осадках небольшое (до 2966 экз./г), но таксономический состав весьма разнообразен (около 60 таксонов). В большинстве изученных образцов, принадлежащих к рассматриваемому возрастному интервалу, преобладают Nassellaria, но присутствует несколько образцов из отложений северного плато ПХВ с доминированием Spumellaria ($R^a_{s/n}=0.33-3.00$). Таксономический состав включает виды бореальной области (*Stylatractus universus* Hays, *Stylocontarium acuelonium* F.1, *Stylocontarium acuelonium* F.2, *Thecosphaera tochigiensis*, *Thecosphaera japonica*, *Thecosphaera pseudojaponica*, *Actinomma boreale*, *Spongotrochus glacialis*, *Stylotrachus sol*, *Lychnocanium grande brevis*, *Cycladophora davisiana*, *Lithomelissa*

campanulaeformis, *Eucyrtidium matuyamai*) и субарктической (*Diplocyclas cornuta*, *Stylodictya stellata*, *Pseudodictyophimus gracilipes* F.B. Преобладает вид *Cycladophora davisiana*, выделенный в отложениях Дэвисова пролива (юго-западное побережье Гренландии) (Ehrenberg, 1847) и характерный, главным образом, для аркто-бореальной Пацифики (Матуль, 2009; Кругликова, 2013).

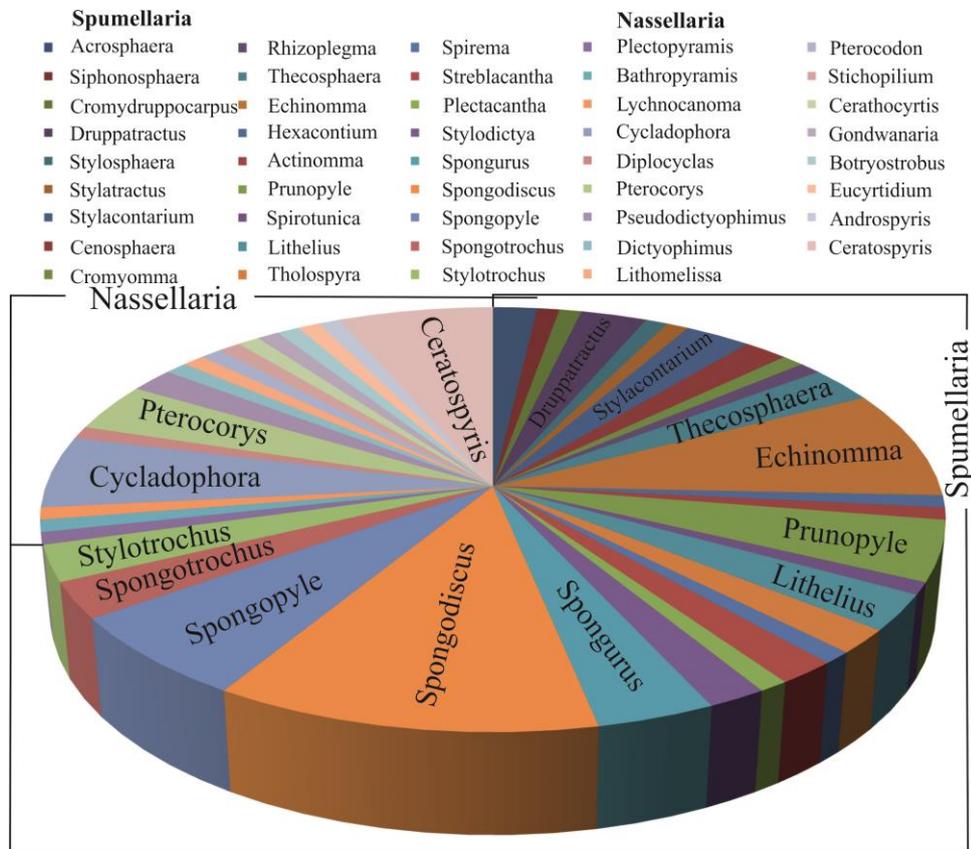


Рис. 4.9. Родовой состав радиолярий и участие их представителей (%) в комплексе конца раннего плейстоцена северного плато хребта Витязь (обр. Lv37-12-2)

Необходимо отметить присутствие представителей Collodaria (*Acrosphaera spinosa* и *Siphonosphaera* sp.), а также тепловодных таксонов Spumellaria (*Rhizoplegma boreale*, *Cromyomma villosum*, *Tetrapyle* sp., *Ommatartus* sp.) и Nassellaria (*Plectopyramis dodecomma*, *Lamprocyclas* sp., *Stichopilium bicornе*, *Androspyris* aff. *reticulidisca*). Приведенные таксоны широко распространены в тропических и субтропических широтах Тихого океана (Naeckel, 1887; Hull, 1993; Popova-Goll, Goll, 2006; Takahashi, 1991).

Из отложений раннеплейстоценового возраста автором описаны два новых вида: *Stylotrochus bipedius* Vasilenko sp. nov. и *Stylotrochus tripedius* Vasilenko sp. nov. (Приложение: табл. X, фиг. 17-19).

Радиолярии среднеплейстоценового возраста обнаружены в отложениях южного плато подводного хребта Витязь и в Приосевой зоне Курило-Камчатского желоба. Таксоны конца раннего – начала среднего плейстоцена в районе исследований малочисленны и представлены единичными таксоны *Stylatractus* sp., *Haliomma* sp., *Spongodiscus* sp. В отложениях конца среднего плейстоцена наблюдается увеличение численности до 2745 экз./г. В этот интервал времени преобладают таксоны, характерные для умеренных и субарктических широт Тихого океана. Содержание представителей Spumellaria и Nassellaria одинаковое ($R^a_{s/n}=1.00$). Доминирующее положение занимает вид *Lithomitra lineata* – 21.1 %, субдоминирующим является *Botryosrtohus aquilonaris* – 8.8 %. Таксономический состав представлен видами, описанными, главным образом, из Берингова моря (*Stylodictya stellata*, *Diplocyclas cornuta*, *Pseudodictyophimus gracilipes* F.B., *Botryosrtohus aquilonaris*) (Bailey, 1856), Калифорнии (*Stylotrochus sol*) (Campbell, Clark, 1944), тропической области Тихого океана (*Drupptractus ostracion*, *Cromyechinus antarctica*, *Tholospyra cervicornis*, *Sphaeropyle langii*, *Spongopyle osculosa*, *Cornutella hexagona* (Haeckel, 1887; Dreyer, 1889), Японского моря (*Thecosphaera japonica*) (Nakaseko, 1971) и др. Единично присутствует таксон *Collodaria* – *Collosphaera* sp.

Позднеплейстоценовые радиолярии встречены в отложениях южного плато подводного хребта Витязь. Численность их в комплексе составляет 1732-2950 экз./г. Доминируют представители Nassellaria ($R^a_{s/n}=0.24-0.36$), среди которых преобладает вид *Lychnocanoma sakaii* (= *Lychnocanium grande*), описанный из отложений Калифорнии (Campbell, Clark, 1944), а позднее переописан с новым видовым названием из отложений северо-запада Тихого океана (Morley, Nigrini, 1995). Субдоминирующим становится *Cycladophora davisiana*. Высокое содержание приобретает вид *Ceratospyris borealis* – 6.2-8.2 %. Таксономический состав представлен видами, характерными для умеренных и субарктических

широт (*Actinomma borealis*, *Echimomma* ex gr. *leptodermum*, *Streblacantha* aff. *circumtexta*, *Spongotrochus glacialis*, *Spongodiscus resurgens*) (Ehrenberg, 1854; Cleve, 1899; Jörgensen, 1905; Popofsky, 1908). Кроме этого, присутствуют виды, описанные из тропической области Тихого (*Pterocorys hirundo*, *Eucoronis nephrospyris*) и Атлантического (*Bathropyramis ramosa*) океанов (Haeckel, 1887).

Выводы:

1. Таксономический состав радиолярий островного склона Курило-Камчатского желоба представлен богатым видовым разнообразием, включающим 308 таксонов представителей трёх групп: Collodaria, Spumellaria и Nassellaria.

2. Наиболее древние радиолярии позднеэоценового – раннеолигоценового возраста обнаружены в районе южного плато подводного хребта Витязь и внешней зоны Малой Курильской гряды, наиболее молодые таксоны плейстоценового возраста распространены практически повсеместно на подводном хребте Витязь и в Приосевой зоне Курило-Камчатского желоба.

3. Таксономический состав радиолярий позднего эоцена – олигоцена представлен видами, характерными для географически отдалённых районов: о-ва Барбадос (Карибское море), Западно-Сибирской низменности, Воронежской антиклизы, Средиземноморской области, антарктического сектора Тихого и Индийского океанов (Южного океана), Калифорнии, а также Берингова моря, что расширяет знания об их географическом распространении и, в дальнейшем может быть использовано для восстановления палеоциркуляции.

4. Изучение родового состава радиолярий в верхнеэоценовых – плейстоценовых отложениях островного склона Курило-Камчатского желоба выявило доминирование отдельных родов на разных стратиграфических уровнях:

- поздний эоцен – ранний олигоцен: *Prunopyle*, *Spirotunica* и *Lithometrissa*;
- поздний олигоцен: *Actinomma*, *Haliomma*, *Spirotunica* и *Sethocorys*;
- конец позднего олигоцена – начало раннего миоцена: *Spirotunica* и *Siphosampe*;
- ранний миоцен: отсутствует ярко выраженное доминирование родов,

примерно равное содержание имеют роды: *Actinomma*, *Spirotunica*, *Prunopyle*, *Corocalyptra*, *Helotholus*, *Dendrospyris*;

– конец раннего миоцена: *Haliomma*, *Pentactinosphaera*, *Spongodiscus*;

– средний миоцен: отсутствует ярко выраженное доминирование родов, примерно равное содержание имеют роды: в начале среднего миоцена – *Lithelius*, *Cornutella*, *Clathrocycloma*, *Lithocompana*, *Lipmanella*, *Lithomitra*, в середине среднего миоцена – *Styptosphaera*, *Stylosphaera*, *Spirotunica*, *Lithelius*, *Spongodiscus*;

– конец среднего – начало позднего миоцена: также отсутствует ярко выраженное доминирование родов, примерно равное содержание имеют роды: *Theocorys*, *Clathrocycloma*, *Ceratospyris*;

– конец позднего миоцена – ранний плиоцен: *Hexacantium*, *Actinomma* и *Spirotunica*;

– конец раннего плейстоцена: *Echimomma*, *Spongodiscus*, *Cycladophora* и *Ceratospyris*;

– средний плейстоцен: *Lithomitra* и *Botryosrtobus*;

– поздний плейстоцен: *Lychnocanoma*, *Cycladophora*, *Ceratospyris*.

5. Описаны четыре новых вида радиолярий: *Amphistylus gladiusiacus* Vasilenko, sp. nov. и *Thecosphaerella tochilinae* Vasilenko, sp. nov. характерные для верхнеэоценовых – нижнеолигоценых отложений южного плато подводного хребта Витязь, а также *Stylotrochus bipedius* Vasilenko sp. nov. и *Stylotrochus tripedius* Vasilenko sp. nov., выделенные из нижнеплейстоценовых отложений северного плато хребта Витязь.

ГЛАВА 5. КОМПЛЕКСЫ РАДИОЛЯРИЙ КАЙНОЗОЯ ОСТРОВНОГО СКЛОНА КУРИЛО-КАМЧАТСКОГО ЖЕЛОБА

Анализ таксономического и количественного состава радиолярий, выделенных их отложений островного склона Курило-Камчатского желоба, позволил установить 17 комплексов радиолярий от позднего эоцена до позднего плейстоцена включительно. Критериями для выделения комплексов являются: присутствие зональных видов-индексов, характерных видов, с узким стратиграфическим диапазоном и доминирование отдельных таксонов. Наиболее полная стратиграфическая последовательность установлена на южном плато подводного хребта Витязь (рис. 5.1). Сохранность скелетов радиолярий в комплексах каждого возрастного интервала разная – от удовлетворительной до хорошей. Также в некоторых интервалах встречены экземпляры плохой сохранности мелового и раннемиоценового возрастов.

Комплекс зоны *Xiphatractus radiosus* установлен в туфоалевролитах подводного склона о-ва Шикотан (Внешняя зона Малой Курильской гряды). Общее содержание радиолярий в комплексе небольшое до 330 экз./г, сохранность скелетов, преимущественно, удовлетворительная и хорошая. Таксономический состав комплекса включает в основном виды Spumellaria: вид-индекс *Xiphatractus radiosus* (Ehrenberg), *Stylosphaera minor minor* Clark et Campbell, *Stylosphaera irinae* (Lipman), *Ellipsoxyphus* cf. *chabakovi* Lipman, *Heliosoma mirabile* Clark et Campbell. Nassellaria представлены одним видом *Bathrocalpis* (?) *campanula* Clark et Campbell (Приложение: табл. 3).

Обсуждение и возраст. Зона *Xiphatractus radiosus* (= *Stylosphaera radiosus*) впервые выделена в верхнеолигоценовых отложениях моря Уэдделла (антарктический сектор Атлантического океана – Южный океан) (Abelmann, 1990). Позднее одноимённая акмезона была выделена в верхнеэоценовых отложениях гайота Детройт (скв. ODP 884В, северо-запад Тихого океана) (Точилина, 2015), на основе присутствия зонального вида-индекса и высокого его содержания в зональном комплексе радиолярий.

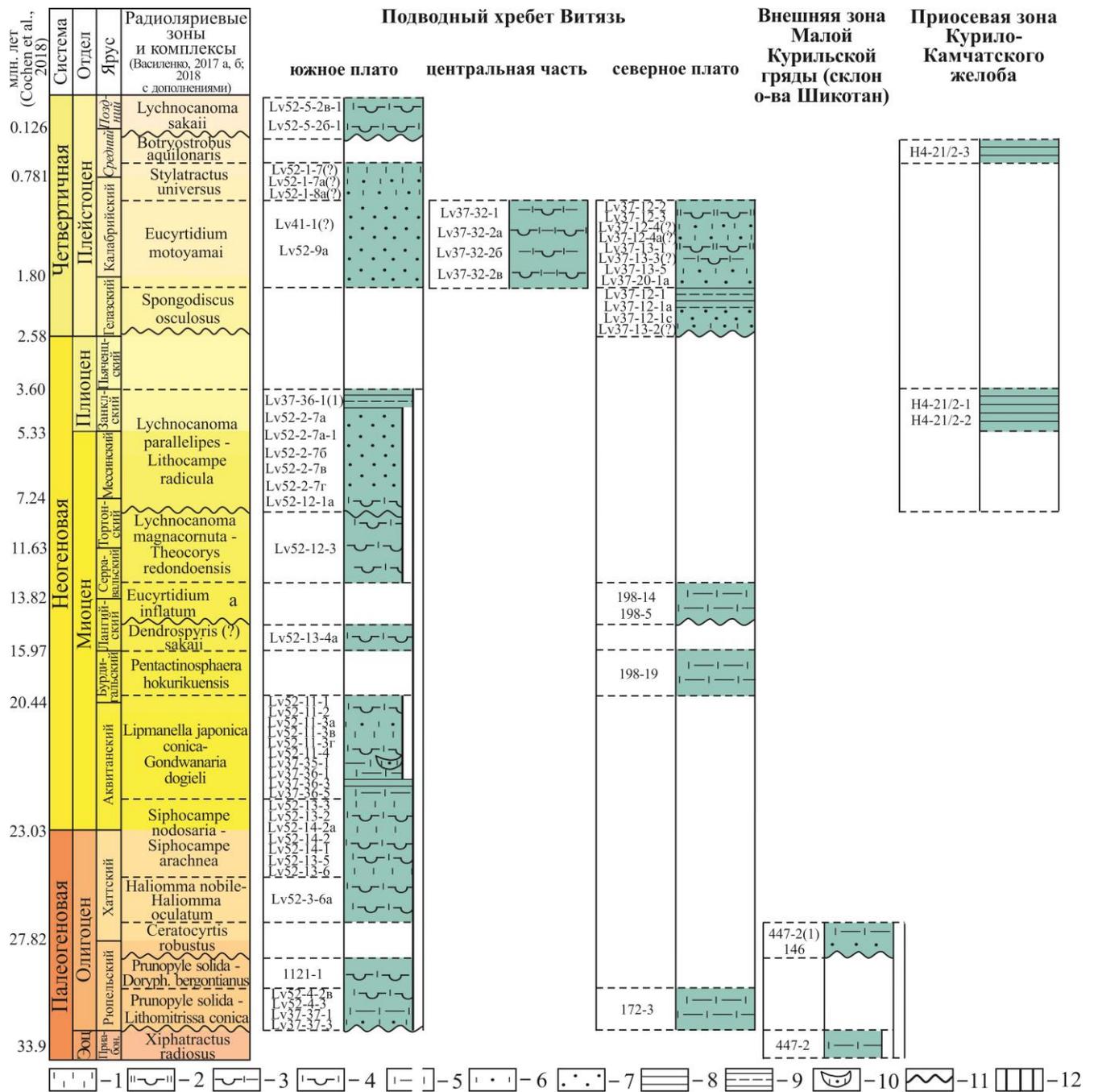


Рис. 5.1. Комплексы радиоларий и литологические характеристики вмещающих их отложений островного склона Курило-Камчатского желоба

1 – туфы, туффиты, 2 – туффит диатомовый, 3 – глина диатомовая туффитовая, 4 – туфодиатомиты, туфогенные диатомиты, 5 – туфоалевролиты, 6 – туфопесчаники, туфогенные песчаники, 7 – песчаники, 8 – аргиллиты, 9 – алевроаргиллиты, алевролиты, 10 – линза туфопесчаника, 11 – размывы, 12 – предполагаемые несогласия (по: Терехов и др., 2013).

Совместное нахождение вида-индекса *Xiphatractus radiosus* с другими позднеэоценовыми видами, характерными также для одновозрастных отложений Западной Сибири (Липман и др., 1960) и Калифорнии (Campbell, Clark, 1944), также позволяет определить возраст рассматриваемого в настоящей работе

комплекса радиолярий поздним эоценом. Следует отметить, что в исследуемом районе ранее были прослежены слои с *Ellipsoxiphus chabakovi*, возраст которых был определён средним эоценом (Точилина, 1985). В описываемом комплексе радиолярий этот вид в небольшом количестве также присутствует.

Комплекс с *Prunopyle solida* – *Lithomitrisa conica* установлен в туфодиатомитах, туфоалевролитах и туфопесчаниках южного и северного плато подводного хребта Витязь. Содержание скелетов радиолярий в них колеблется от единичных (на северном плато) до 2281 экз./г (на южном плато) (Приложение: табл. 3). Сохранность скелетов удовлетворительная и хорошая. Доминируют представители *Spumellaria* – до 86 %. Содержание видов-индексов: *Prunopyle solida* Dreyer – до 16 %, *Lithomitrisa conica* Vitukhin – до 11 %. В таксономическом составе присутствуют виды, переходящие из эоценовой эпохи: *Stylosphaera minor minor* Clark et Campbell, *Amphistylus gladiusiacus* Vasilenko sp. nov., *Ellipsoxiphus* cf. *chabakovi* Lipman, *Stylosphaera irinae* (Lipman), *Drupptractus pierinae* (Clark et Campbell), *Hexacyclia ex gr. formosum* Tochilina, *Heliodiscus siculus* Stohr, *Spongoprimum markleyense ovum* Clark et Campbell, *Spongasteriscus cruciferus* Clark et Campbell, *Theocyrtis lithos* (Clark et Campbell), *Lithomitrisa conica* Vitukhin, *Theocyrtis diabloensis* Clark et Campbell, *Lophoconus* cf. *titanothericeraos* Clark et Campbell, *Lithomelissa* (?) *charlestonensis* Clark et Campbell и олигоценовые виды: *Prunopyle solida* Dreyer, *Lithelius nautiloides* Popofsky, *Spirotunica haackeii* (Dreyer), *S. elliptica* (Dreyer), *Dictyophimus tripus* Haeckel, *Dictyophimus* (?) cf. *callosus* Petrushevskaya и др. Некоторые из приведённых олигоценовых видов продолжали существовать в раннем миоцене.

Обсуждение и возраст. Впервые слои с *Prunopyle solida* были выделены по материалам драгирования на островном склоне Курило-Камчатского желоба (Точилина, 1985). Их возраст определялся ранним эоценом согласно зональным подразделениям шкал западно-сибирских палеогеновых свит (Козлова, Горбовец, 1966; Липман и др., 1960). В глубоководном разрезе ODP 884В (гайот Детройт на севере Императорского хребта) доминирование вида-индекса *Prunopyle solida* отмечается в отложениях олигоценового возраста (керны 71х и 70х), в которых

также единично встречен второй вид-индекс рассматриваемого комплекса – *Lithomitrisa conica* Vitukhin. Это позволило С.В. Точиной (2015) пересмотреть возраст обсуждаемой зоны, определив её олигоценом. В.В. Шиловым (Shilov, 1995 b) отложения из выше означенных кернов были ранее отнесены к выделенной им зоне *Cenosphaera coronata*, определённой автором олигоценом – ранним миоценом. Некоторые из видов эоцена – раннего олигоцена, обсуждаемого комплекса, входят в состав зоны позднего эоцена *Calocyclus semipolita*, выделенной также в разрезе гайота Детройт (скв. ODP 884B) (Точилина, 2015; Точилина и др., 2017).

Вид-индекс *Lithomitrisa conica* Vitukhin является характерным для палеогеновых отложений Восточной Камчатки о-ва Карагинский (свита мыса Тонс верхнего эоцена, слои с *Ceratocyrtis tons* – *Theocyrtis litos*, и нижняя часть ильхатунской свиты нижнего олигоцена, слои с *Lithomitrisa conica* – *Theocotyle* (?) *multichornia*), а также о-ва Беринга, принадлежащего к Командорским о-вам (верхняя часть каменной свиты олигоцена, слои с *Lithomitrisa conica* – *Haliomma* (?) *extima*) (Витухин, 1993). Позднее В.В. Шастиной (Цой, Шастина, 2005) был отмечен широкий стратиграфический диапазон обсуждаемого вида: эоцен – олигоцен, поскольку наиболее ранние находки этого вида были зафиксированы ей в комплексе радиолярий с *Theocyrtis litos* среднего эоцена (рис. 2.3). Тем не менее, высокая численность обсуждаемого вида отмечается в слоях *Lithomitrisa conica* – *Theocotyle* (?) *multichornia*, что свидетельствует об активном его развитии в раннем олигоцене. Следует отметить, что характерный для этих слоев вид *Theocotyle* (?) *multichornia* Vitukhin в комплексе с *Prunopyle solida* – *Lithomitrisa conica* зафиксирован не был. Это может быть связано как с экологией этого вида, так и с более древним стратиграфическим диапазоном его существования, относительно рассматриваемого в настоящем исследовании комплекса.

Кроме таксонов эоцен-раннеолигоценного возраста, встречены виды, считавшиеся позднеолигоценными и даже миоценовыми: *Prunopyle titan* Campbell et Clark и *Dictyophimus* (?) cf. *callosus* Petrushevskaya. Первый является видом-индексом одноименной зоны раннего миоцена, выделенной П. Рейнолдсом

(Reynolds, 1980) на островном склоне Японского желоба (скв. DSDP 438A). По материалам глубоководного бурения гайота Детройт (скв. ODP 884B) В.В. Шилов (Shilov, 1995 b) уточнил возраст зоны *Prunopyle titan*, определив его поздним олигоценом. Несмотря на присутствие вида *Prunopyle titan*, рассматриваемый комплекс с *Prunopyle solida* – *Lithomitrisa conica* имеет большее сходство с комплексом зоны *Prunopyle solida* (Точилина, 2015). Другой вышеупомянутый таксон *Dictyophimus* (?) cf. *callosus* Petrushevskaya характеризует одноименный комплекс, выделенный в верхнеолигоценовых отложениях Норвежского моря (скв. 338) (История ..., 1979). Присутствие в раннеолигоценовом комплексе радиолярий видов, считавшихся позднеолигоценовыми, указывает на их более раннее появление (Василенко, 2017 а).

На основании преобладания в комплексе с *Prunopyle solida* – *Lithomitrisa conica* таксонов раннего олигоцена и переходящих из среднего – позднего эоцена, возраст вмещающих отложений можно датировать ранним олигоценом. Данные радиоляриевоего анализа согласуются с данными диатомового анализа и по силикофлагеллатам, выделенным из этих же образцов (Цой, 2011, 2014). Диатомеи соответствуют комплексу зоны *Rhizosolenia oligocenica* (33.6-33.3 млн лет), силикофлагеллаты – комплексу зоны *Dictyocha deflandrei* (конец эоцена – ранний олигоцен) (рис. 5.2).

Комплекс с *Prunopyle solida* – *Doryphacus bergontianus* установлен в туфодиатомитах южного плато подводного хребта Витязь. Содержание скелетов радиолярий в комплексе 571 экз./г. Сохранность скелетов, преимущественно, удовлетворительная. Продолжает доминировать вид *Prunopyle solida* Dreyer, но отмечается обеднённость таксономического состава, по сравнению с подстилающим комплексом, а также значительные изменения в его структуре. Субдоминирующим становится вид *Doryphacus bergontianus* Carnevale.

Наиболее разнообразны Spumellaria: *Amphisphaera cristata* Carnevale, *Haliomma* sp., *Spirotunica spiralis* (Haeckel); *Stylodictya ornata* Campbell et Clark и др. Из Nassellaria встречены редкие таксоны: *Sethopyramis quadrata* Haeckel, *Cyrtocapsa* sp. (Приложение: табл. 3). Следует отметить отсутствие вида

Lithomitrisa conica Vitukhin, превалирующего в более древнем комплексе, также этот вид не был встречен в вышележащих комплексах.

млн лет (Cohen et al., 2018)	Система	Отдел	Подотдел	Радиоляриевые зоны и комплексы	Диатомовые зоны и возраст, млн. лет	Зоны по силикофлагел- латам
				(Василенко, 2017; 2018 с дополнениями)	(Терехов и др., 2012, 2013; Цой, 2014)	(Цой, 2011)
0.126	Четвертичная	Плейстоцен	Ледяной Средний Каледоний- Сардиний- Сардиний	Lychnocanoma sakaii	Neodenticula seminae	Distephanopsis octangulatus
				Botryostrobos aquilonaris	Proboscia curvirostris	Dictyocha subarctios
				Stylatractus universus	Actinocyclus oculatus	
				Eucyrtidium motoyamai	Neodenticula koizumii	Dictyocha neopseudofibula
2.58	Четвертичная	Плиоцен	Гелазский Сардиний- Сардиний	Spongodiscus osculosus		
5.3	Четвертичная	Плиоцен	Виссий- Сардиний- Сардиний	Lychnocanoma paralleipes - Lithocampe radicula	Neodenticula kamtschatica	Cannopilus jimlingii ^b
					Thalassiosira oestupii	
11.63	Неогеновая	Миоцен	Гортонский Сардиний- Сардиний	Lychnocanoma magnacornuta - Theocorys redondoensis	Denticulopsis praedimorpha	
				Eucyrtidium inflatum ^a		Corbisema triacantha ^d
				Dendrospyris (?) sakaii	Denticulopsis lauta	
				Pentactinosphaera hokurikuensis	Thalassiosira fraga	Dictyocha formosa
15.97	Неогеновая	Миоцен	Бурли- Гальский	Lipmanella japonica conica-Gondwanaria dogieli	Thalassiosira praeфрага	Naviculopsis lata
23.03	Неогеновая	Миоцен	Аквитанский	Siphocampe nodosaria - Siphocampe arachnea		
27.82	Палеогеновая	Олигоцен	Хаттский	Haliomma nobile - Haliomma oculatum	Rocella gelida	Naviculopsis biapiculata
				Ceratocyrtis robustus	Cavitatus rectus	Dictyocha frenguelli
				Prunopyle solida - D. bergontianus		Mesocena apiculata
33.9	Палеогеновая	Олигоцен	Рюпельский	Prunopyle solida - Lithomitrisa conica	Rhizosolenia oligocenica	Dictyocha deflandrei
						Naviculopsis trispinosa
		Эоцен	Прябон- ский	Xiphatractus radiosus		

Рис. 5.2. Корреляция зональных подразделений по радиоляриям, диатомеям и силикофлагеллатам, установленным в отложениях островного склона Курило-Камчатского желоба

Обсуждение и возраст. В комплексе с *Prunopyle solida* – *Doryphacus bergontianus* содержатся таксоны, преимущественно раннеолигоценового возраста. Смена субдоминанта могла быть связана с изменениями условий среды в районе южного плато подводного хребта Витязь на границе раннего и позднего олигоцена. Следует отметить присутствие редких экземпляров *Amphisphaera cristata* Carnevale и *Cyrtocapsa* sp., расцвет существования которых был зафиксирован в районе островного склона Японского желоба в позднеолигоценовую и даже раннемиоценовую эпохи (Точилина, 2014). Ранее на станции 1121 был установлен комплекс, соответствующий слоям с *Prunopyle solida* (Точилина, 1985). Диатомеи, выделенные из изученного образца (Цой, Шастина, 2005; Цой, 2011), имеют раннеолигоценовый возраст (зона *Rhizosolenia oligocenica* (33.6-33.3 млн лет), комплекс силикофлагеллат соответствует зоне *Dictyocha deflandrei* (конец эоцена – ранний олигоцен) (рис. 5.2). Анализ результатов, полученных по трём независимым микропалеонтологическим методам, позволяет определить возраст вмещающих отложений ранним олигоценом.

Комплекс с *Ceratocyrtis robustus* установлен в туфодиатомитах островного склона о-ва Шикотан. Содержание скелетов радиолярий варьирует от единичных до 4060 экз./г (Приложение: табл. 3). В комплексе преобладают представители *Spumellaria*, среди которых: сфероидные – 62 %, спиральные – 27 % и спонгиевые – 7 %. Вид-индекс *Ceratocyrtis robustus* Bjørklund – 0.5 %. Доминирует вид *Actinomma sexaculeatum* Stöhr – 36.9 %. Наблюдается сокращение количества представителей рода *Prunopyle* (до 7 %) и увеличение количества рода *Spirotunica* (до 12 %). Комплекс характеризуется видом-индексом, а также *Stylosphaera angelina* Campbell et Clark, *Xiphatractus santaennae* (Campbell et Clark), *Actinomma sexaculeatum* Stöhr, *Spiromultitunica circumflexa* Tochilina et Popova, *Spongotrochus craticulatus* Stöhr и др. Все приведенные виды продолжали существовать в раннем, а некоторые, в среднем миоцене.

Обсуждение и возраст. Зона *Ceratocyrtis robustus* впервые выделена в Норвежском море, её возраст определяется как позднеолигоценовый (Bjørklund,

1976). На островном склоне Курило-Камчатского желоба были прослежены одноименные слои с радиоляриями, в которых отмечено низкое содержание вида-индекса, тогда как в Норвежском море наблюдается высокое его содержание в осадках (Точилина, 1985). Близкие по морфологическому строению экземпляры вида *Ceratocyrtis cucullaris* Ehrenberg были встречены в олигоцен-нижнемиоценовых отложениях Норвежского моря (скв. 338 керны 13 и 15) (Dzinoridze et al., 1976) и Южно-Тасманского хребта (скв. 280А керн 4, СС) (Petrushevskaya, 1975). Диатомеи соответствуют зоне *Cavitatus rectus* (29.6-28.2 млн лет), силикофлагеллаты – подзоне *Dictyocha frenguelli* зоны *D. deflandrei* (конец раннего олигоцена) (Цой, 2011) (рис. 5.2).

Комплекс с *Haliomma oculatum* (= *H. (?) extima*) – *Haliomma nobile* установлен в туфодиатомитах южного плато подводного хребта Витязь. Содержание скелетов радиолярий составляет 3460 экз./г (Приложение: табл. 3). Доминируют представители *Spumellaria* (85.4 %), среди которых виды-индексы занимают: *Haliomma oculatum* Ehrenberg – 14.5 %, *Haliomma nobile* Ehrenberg – 2.6 %. Другие представители *Spumellaria*, входящие в состав комплекса, следующие: *Stylatractus* sp., *Cenosphaera compacta* Haeckel, *Haliomma* aff. *medusa* Ehrenberg, *Spirotunica spiralis* (Haeckel), *Amphymenium amphistylum* Haeckel, *Amphymenium splendiaratum* Campbell et Clark, *Spongotrochus* sp. и др. Отмечается значительное число разрушенных и минерализованных сферических форм, по расположению поровых отверстий близких к виду *Haliomma oculatum* Ehrenberg. *Nassellaria* представлены видами *Sethocorys crassus* (Carnevale) и *Cyrtopera laguncula* Haeckel. Несмотря на обеднённый таксономический состав *Nassellaria*, содержание первого вида высокое – 7.9 %.

Обсуждение и возраст. Комплекс с *Haliomma oculatum* (= *H. (?) extima*) – *Haliomma nobile* соответствует комплексам одноимённых акмезон (Точилина, 2015; Точилина и др., 2017). Акмезона *Haliomma oculatum* (= *H. (?) extima*) выделена в отложениях островного склона Японского желоба (Tochilina, 1991), первоначально в ранге слоев с радиоляриями, а позднее в отложениях гайота Детройт в ранге зоны (Точилина, 2015). Впервые комплекс с *Haliomma (?) extima*

описан в Норвежском море (История ..., 1979). На островном склоне Курило-Камчатского желоба были прослежены одноименные слои с радиоляриями (Точилина, 1985). По материалам глубоководного разреза гайота Детройт (скв. ODP 884B), зона *H. oculatum* была подразделена на акмезоны *Haliomma oculatum* и *Haliomma nobile* (Точилина, 2015; Точилина и др., 2017) (рис. 2.3). Субдоминирующий вид *Sethocorys crassus* (Carnevale) (7.9 %) и некоторые другие виды рассматриваемого комплекса широко представлены в верхнеолигоценовых отложениях скв. DSDP 278 из атлантического сектора Тихого океана (Южный океан) (Petrushevskaya, 1975). Общие таксоны радиолярий встречаются в комплексе позднеолигоценовой зоны *Cenosphaera coronata* (Shilov, 1995 b). Также общие элементы, главным образом, *Spumellaria* отмечаются в слоях с *Lithomitrisa conica* – *Haliomma* (?) *extima* из верхней части каменной свиты о-ва Беринга (Командорские о-ва) (Витухин, 1993). Эти слои характеризуются разновозрастным таксономическим составом ранне-позднеолигоценовых видов, в которых «...практически отсутствуют эоценовые элементы фауны...» (Витухин, 1993: стр. 70). Возраст слоёв определен концом раннего (?) – поздним олигоценом. Позднее Д.И. Витухин (2010) дает заключение о раннеолигоценовом возрасте этого комплекса, коррелируя его с диатомовой зоной *Rhizosolenia oligocenica* (Гладенков, 2007), несмотря на «появление форм, близких к миоценовым» (Витухин, 2010: стр. 100). Отсутствие в комплексе с *Haliomma oculatum* (= *H. (?) extima*) – *Haliomma nobile* вида *Lithomitrisa conica* Vitukhin, доминирующего в более древнем комплексе, позволяет скоррелировать его с комплексом радиолярий из самой верхней, вероятно, позднеолигоценовой части каменной свиты о-ва Беринга. Комплекс диатомей, выделенный из изучаемого образца, соответствует комплексу зоны *Rocella gelida* (28.2-24.0 млн лет) (Цой, 2014), что также подтверждает позднеолигоценовый возраст рассматриваемого в настоящем исследовании комплекса (рис. 5.2).

Комплекс с *Siphocampe nodosaria* – *Siphocampe arachnea* установлен в туффитах и туфодиатомитах южного плато подводного хребта Витязь. Комплекс радиолярий характеризуется видами, появившимися в позднем олигоцене и

продолжившими своё развитие в раннем миоцене. Содержание скелетов радиолярий в комплексе варьирует от единичных до 4810 экз./г. Скелеты имеют хорошую и удовлетворительную сохранность. Наблюдается увеличение содержания представителей *Nassellaria* до 45 % (рис. 5.3). Содержание таксонов рода *Siphocampe* достигает 16 %, на виды-индексы приходится: *Siphocampe arachnea* (Ehrenberg) group. – до 9.5 %, *S. nodosaria* (Haeckel) – до 3.6 %. Таксономический состав *Spumellaria* представлен: *Stylosphaera liostylus* Ehrenberg, *Hexastylus minimus* Haeckel, *Actinomma* sp., *Spirotunica spiralis* (Haeckel), *Sp. ex gr. polyacantha* (Campbell et Clark), *Spiromultitunica circumflexa* Tochilina et Popova, *Lithelius nautiloides* Popofsky, *Tetrapyle* sp., *Porodiscus ellipticus* Carnevale и др. *Nassellaria* также разнообразны: *Cornutella orthoceras* (Haeckel), *C. annulata* (Bailey), *Dictyoceras virchowii* Haeckel, *Lithomitra eruca* Haeckel, *Lithomitra chrysalis* Haeckel, *Spurioclathrocyclus* sp. и др.

Обсуждение и возраст. Слои с видом-индексом *Siphocampe nodosaria* были выделены в базальных слоях глубоководного разреза DSDP 438A (керны 85, 86), расположенного на верхней террасе островного склона Японского желоба (~ 24.0 млн лет) (Точилина, 2013). Ранее в этом же разрезе П. Рейнольдсом (Reynolds, 1980) базальные слои были отнесены к зоне *Lithocarpium* (= *Spirotunica*) *polyacantha* раннего миоцена. Немногочисленные экземпляры вида-индекса *Siphocampe nodosaria* Haeckel обнаружены в олигоценовых отложениях плато Кергелен (антарктический сектор Индийского океана (Южный океан)) (Takemura, 1992).

Общие с рассматриваемым комплексом таксоны встречаются в слоях с *Lychnocanoma elongata*, установленных ранее в олигоцен-нижнемиоценовых отложениях островного склона Курило-Камчатского желоба (Точилина, 1985). В основном это представители рода *Siphocampe*. Следует отметить, что вид-индекс *Lychnocanoma elongata* Vinassa de Regni в настоящем исследовании обнаружен не был.

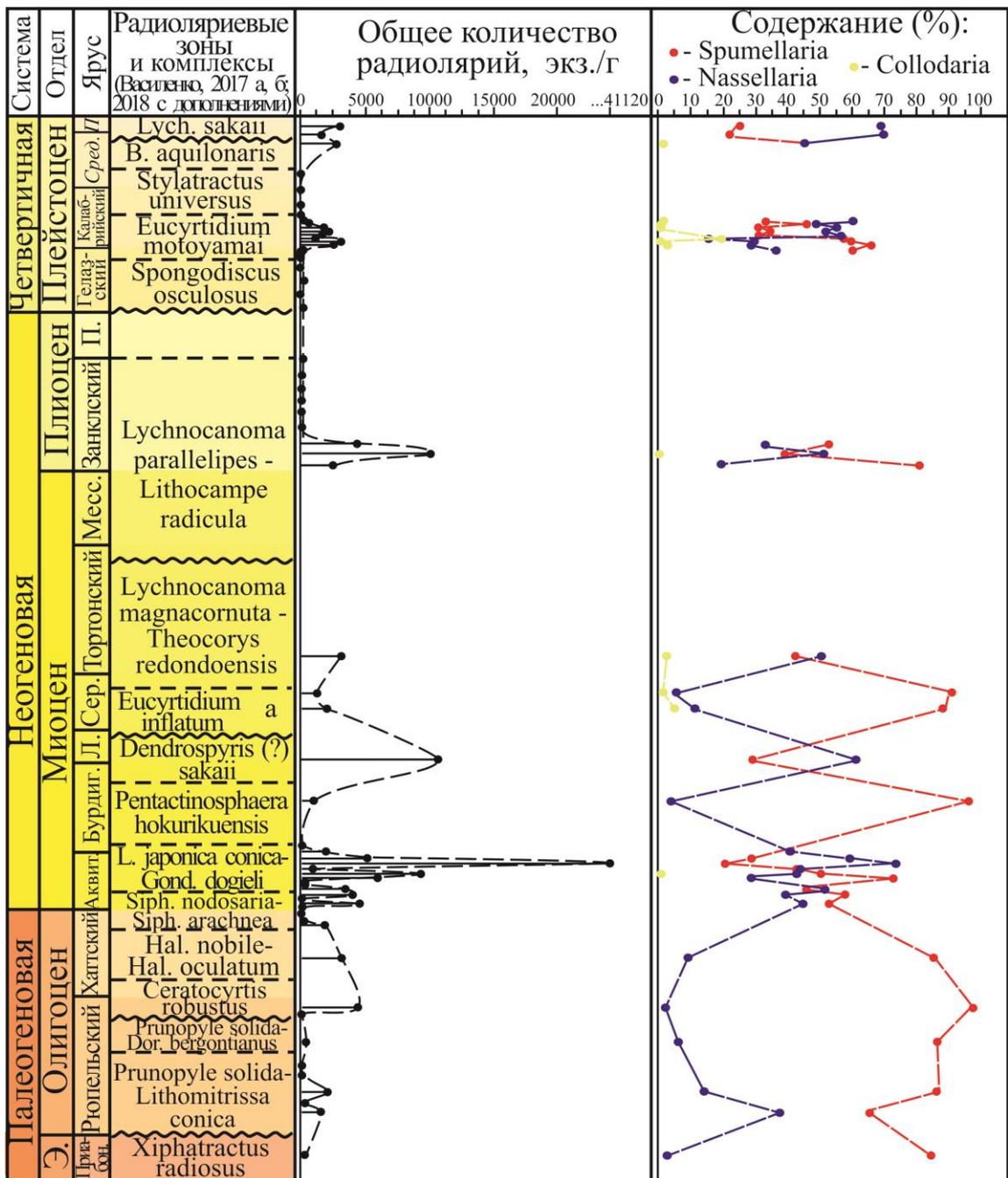


Рис. 5.3. Изменение количества радиолярий (экз./г осадка) в комплексах и соотношение в них представителей Spumellaria, Nassellaria и Collodaria (%)

Кроме этого, отмечается присутствие общих таксонов с позднеолигоценовым комплексом *Dictyophimus (?) callosus* из Норвежского моря (История ..., 1979), главным образом, видов, получивших свое развитие в неогене. Комплексы диатомей, выделенные из изученных образцов, соответствует комплексам позднеолигоценовой зоны *Rocella gelida* (28.2-24.0 млн лет) и раннемиоценовой зоны *Thalassiosira praeфрага* (24.0-20.3 млн лет) (Цой, 2014) (рис. 5.2).

Комплекс с *Lipmanella japonica conica* – *Gondwanaria dogieli* установлен в туфоалевролитах, аргиллитах, туфодиатомитах, тиффитах и туфопесчаниках южного плато подводного хребта Витязь. Он характеризуется значительным увеличением численности радиолярий от 100 до 41123 экз./г (рис. 5.3, Приложение: табл. 3). Скелеты имеют, преимущественно, хорошую, реже удовлетворительную, сохранность. Доминируют представители *Nassellaria*, содержание которых достигает 41.8-73.7 %, из которых на вид-индекс *Lipmanella japonica conica* Petrushevskaya приходится 0.3 %. *Spumellaria* представлены таксонами, в основном переходящими из подстилающего комплекса: *Stylosphaera liostylus* Ehrenberg, *Larcopyle* cf. *bütschlii* Dreyer, *Lithelius nautiloides* Popofsky, *L. minor* Jörgensen F.A., *Prunopyle titan* Campbell et Clark, *Spiromultitunica circumflexa* Tochilina et Popova, *Spirotunica* ex gr. *haackeei* (Dreyer), *Spongurus bilobatus* Riedel и др., и характерными для миоценовой эпохи: *Acanthosphaera* cf. *castanea* Haeckel, *Actinomma hootsi* Campbell et Clark, *Haliometta miocenica* Campbell et Clark, *Larcopyle polyacantha amplissima* Lazarus, Faust et Popova, *Ommatodiscus spiralis* Dreyer, *Spongocore puer* Campbell et Clark и др. В составе *Nassellaria* также присутствуют виды, переходящие из позднеолигоценовых комплексов: *Sethopyramis quadrata* Haeckel, *Cornutella annulata* (Bailey), *Cornutella orthoceras* Haeckel, *Pseudodictyophimus gracilipes* Bailey F.A., *Cyrtopera laguncula* Haeckel и, преимущественно, миоценовые: *Sethocorys cristata* Carnevale, *Corocalyptra craspedota* (Jörgensen), *Clathrocycloma cosma cosma* (Lombardi et Lazarus), *Lipmanella japonica* (Nakaseko) *conica* Petrushevskaya, *L. japonica* (Nakaseko), *Cyrtocapsella isopera* Chen, *Siphocampe reedi* Campbell et Clark, *Lithomitra lineata* Ehrenberg, *Botryopera triloba* (Ehrenberg), *Dendrospyrus suganoi* Sugiyama et Furutani и др. Впервые отмечается присутствие колониальных радиолярий *Collodaria*: *Collosphaera bergontianus* (Carnevale) и *Collosphaera pyloma* Reynolds.

Обсуждение и возраст. Комплекс с *Lipmanella japonica conica* – *Gondwanaria dogieli* впервые выделен в отложениях подводного хребта Терпения (Охотское море) (Цой, Шастина, 2005). Прослеживание его в отложениях подводного хребта Витязь стало возможным по присутствию общих таксонов из родов: *Spongodiscus*,

Pseudodictyophimus, *Lithocampana*, *Lipmanella*, *Lithomitra*. Отличием является единичное нахождение вида-индекса *Lipmanella japonica* (Nakaseko) *conica* Petrushevskaya в сравнении с его бóльшим содержанием в отложениях Охотского моря. Также в рассматриваемом комплексе не был зафиксирован сопутствующий вид-индекс *Gondwanaria dogieli* Petrushevskaya, в связи с чем, его присутствие в отложениях подводного хребта Витязь только предполагается. Следует отметить, что близкие экземпляры рода *Gondwanaria* содержатся в более молодом плейстоценовом комплексе с *Eucyrtidium motoyama* (см. ниже). Кроме этого, в таксономическом составе обнаруживается сходство раннемиоценовых радиолярий с зоной *Lipmanella* (= *Gondwanaria*) *japonica* (скв. DSDP 338) Норвежского моря (История ..., 1979; Bjørklund, 1976) и зоной «I» (скв. DSDP 278) из антарктического сектора Тихого океана (Petrushevskaya, 1975) на основе присутствия вида-индекса *Lipmanella japonica* (Nakaseko) и других общих видов: *Botryopera triloba* Ehrenberg, *Pseudodictyophimus amundseni* Goll et Bjørklund, *Peridium longispinum* Jörgensen. Общие таксоны радиолярий также встречаются в слоях с *Cyrtocapsa subconica*, выделенных на островном склоне Японского желоба, как представителей полицистин, так и колониальных *Collodaria* (скв. DSDP 434B) (Точилина, Василенко, 2014). Следует отметить, что содержание в комплексе представителей рода *Cyrtocapsa* ограничено одним экземпляром *Cyrtocapsa tetrapera* Haeckel, тогда как в вышеозначенных слоях этот род занимает доминирующее положение. Видовой состав диатомей и силикофлагеллат, выделенных из образцов Lv37-35-1, Lv37-36-3, Lv52-11-1 и Lv52-11-4, соответствует комплексам раннемиоценовых зон *Thalassiosira praeфрага* (24.0-20.3 млн лет) и *Naviculopsis lata* (Цой, 2011, 2014) (рис. 5.2), что также подтверждает раннемиоценовый возраст вмещающих отложений.

Комплекс зоны *Pentactinosphaera hokurikuensis* установлен в туфоалевролитах северного плато подводного хребта Витязь. Общая численность радиолярий составляет 1200 экз./г. (Приложение: табл. 3). Преобладают представители *Spumellaria* – 96 % (рис. 4.4). Доминирует вид-индекс, на который приходится 20.7 %. Высокое содержание имеет вид *Styptosphaera spumacea*

Haeckel – 6.9 %, а также представители рода *Haliomma* – 17.2 %. Таксономический состав также представлен: *Cenosphaera compacta* Haeckel, *Lithelius nautiloides* Popofsky, *Spirotunica irregularis* (Dreyer), *Spirotunica polyacantha* Campbell et Clark, *Porodiscus ellipticus* Carnevale, *Spongurus pylomaticus* Riedel, *Spongodiscus resurgens* Ehrenberg, *Spongotrochus craticulatus* Stöhr, *Stylotrochus sol* Campbell et Clark. *Nassellaria* представлены одним видом *Cyrtocapsa subconica* Nakaseko.

Обсуждение и возраст. Впервые комплекс с *Pentactinosphaera hokurikuensis* выделен Д.И. Витухиным (1993) в пестроцветной свите о-ва Карагинский (Восточная Камчатка). В более поздней работе (Витухин, 2001) автором была установлена идентичность видов *P. hokurikuensis* (Nakaseko) и *Cenosphaera coronataformis* Shilov. Второй вид является зональным видом-индексом, характеризующим одноимённую зону, выделенную В.В. Шиловым (Shilov, 1995 а) в пелагических осадках гайота Детройт (скв. ODP 884В) (рис. 2.3). На основании этого, было изменено название зоны и установлен её объём в интервале 19.0-17.5 млн лет (Витухин, 2001). В разрезе подводного каньона Кусиро на тихоокеанском склоне о-ва Хоккайдо вид *P. hokurikuensis* (Nakaseko) также распространён в интервале 19.0-17.5 млн лет (Motoyama et al., 2010). Близкий комплекс радиолярий характеризует нижнюю часть зоны *Cyrtocapsella tetrapera* конца раннего миоцена, выделенной в трогге Кита-Ямато в Японском море (Ling, 1992), а также установлен в отложениях хребта Северное Ямато (Василенко, 2016) и плато Уллын (Цой и др., 2017). Раннемиоценовый возраст комплекса подтверждается присутствием в нём вида *Cyrtocapsa subconica* Nakaseko, характеризующего одноимённые слои раннего миоцена, выделенные на островном склоне Японского желоба (Точилина, Василенко, 2014), которые также содержат представителей рода *Pentactinosphaera*. Нижняя граница этих слоёв ~ 19.0-18.0 млн лет.

Комплекс зоны *Dendrospyris* (?) *sakaii* установлен в туфодиатомитах южного плато подводного хребта Витязь. Содержание скелетов радиолярий составляет 10678 экз./г (Приложение: табл. 3). Вид-индекс *Dendrospyris* (?) *sakaii*

Sugiyama et Furutani занимает 1.4 %. Доминируют представители Nassellaria – 57.3 % (рис. 5.3). Spumellaria представлены таксонами: *Drupptractus irregularis* Popofsky, *Carposphaera magnaporulosa* Clark et Campbell, *Haliometta miocenica* Campbell et Clark, *Stylodictya stellata* Bailey и др. Nassellaria более разнообразны и представлены видом-индексом и другими таксонами: *Sethocorys cristata* Carnevale, *Cornutella orthoceras* Haeckel, *C. annulata* (Bailey), *Velicucullus* (?) sp., *Clathrocycloma cosma cosma* (Lombardi et Lazarus), *Clathrocyclas ochotica* (Vitukhin), *Lithocampana lithocanella* Clark et Campbell, *Pseudodictyophimus gracilipes* Bailey F.A., *Lithomelissa* cf. *campanulaeformis* Campbell et Clark, *L. sphaerocephalis* Chen, *L. macroptera* Ehrenberg F.A., *Lithostrobilus nucula* Ehrenberg, *Lipmanella pilva* Vitukhin, *Theocorys coronata* (Carnevale), *Lithomitra lineata* Ehrenberg group., *Cyrtopera laguncula* Haeckel, *Siphocampe arachnea* (Ehrenberg), *S.* aff. *erucosa* Haeckel, *Botryopera triloba* (Ehrenberg), *Peridium longispinum* Jörgensen и др.

Обсуждение и возраст. Зона *Dendrospyris* (?) *sakaii* (= *D. sachalinensis* = *Acrospyris lingii*) (Витухин, 1993; Shilov, 1995 а; Гладенков и др., 1999), выделена в верхней части пильской свиты мачигарского разреза п-ова Шмидта (Северный Сахалин). Её возраст в настоящее время является весьма дискуссионным. Д.И. Витухин (1993) отметил соответствие этой зоны двум диатомовым зонам: *Denticulopsis praelauta* (16.3-15.9 млн лет) и *Denticulopsis lauta* (15.9-14.9 млн лет), что соответствует среднему миоцену. Кроме этого, зональный вид-индекс был зафиксирован в среднемиоценовых отложениях нижней части маруямской свиты Южного Сахалина (Порова, 1993) и в среднемиоценовых отложениях континентального склона Приморья (Цой, Шастина, 1999). Позднее при изучении глубоководного разреза IODP 1151A, расположенного на островном склоне Японского желоба, Ш-И. Камикури с соавторами (Kamikuri et al., 2004) установили расположение границы раннего – среднего миоцена внутри зоны *Dendrospyris* (?) *sakaii*. По результатам изучения глубоководного разреза DSDP 438A, расположенного также на островном склоне Японского желоба, а в последующем разреза ODP 884B, пробуренного на гайоте Детройт, С.В. Точиной (Точилина, 2013, 2015; Tochilina, 2012) было зафиксировано

присутствие зонального вида-индекса в отложениях нижнемиоценового возраста с абсолютными датами ~ 20.0 млн лет и 23.5 млн лет, соответственно. По последним данным глубоководного бурения в Японском море возраст зоны *Dendrospyris* (?) *sakaii* – 16.8-14.8 млн лет (Tada et al., 2015).

Разногласия в определении возраста зоны *Dendrospyris* (?) *sakaii* (начало раннего – средний миоцен) привели к необходимости ориентироваться на характерные виды, имеющие узкий стратиграфический диапазон. В настоящем исследовании таким видом был выбран *Lipmanella pilva* Vitukhin, описанный из отложений пильской свиты мачигарского разреза Северного Сахалина (Витухин, 1993: Табл. XXIX, фиг. 7а, б). Развитие рассматриваемого вида внутри зоны *Dendrospyris* (?) *sakaii* приурочено к её верхней части и продолжается в нижней части вышележащей зоны *Eucyrtidium asanoi* (Витухин, 1993). В.В. Шиловым этот вид был встречен в разрезе подводного гайота Детройт (145-883В-62Х-СС) (Shilov, 1995 a: Pl. 3, fig. 6) в зоне *Acrospyris lingi* (= *Dendrospyris* (?) *sakaii*), датированной им концом раннего миоцена. Малочисленное содержание вида-индекса *Dendrospyris* (?) *sakaii* Sugiyama et Furutani в изучаемом комплексе радиолярий, а также его совместное нахождение с видом *Lipmanella pilva* Vitukhin может косвенно подтверждать, что активное развитие вида-индекса происходило в раннем миоцене. Кроме этого, отмечается отсутствие в комплексе представителей родов: *Eucyrtidium*, *Stichocorys*, *Cyrtocapsa*, *Calocycletta*, характерных для ранне-среднемиоценовых отложений северо-западной части Тихого океана. В пильской свите мачигарского разреза Северного Сахалина эти роды также не были зафиксированы (Гладенков и др., 1999).

Диатомеи, выделенные из образца Lv52-13-4а, соответствуют комплексу зоны *Denticulopsis lauta* (15.9-14.9 млн лет) (Терехов и др., 2013). Анализ литературных данных и привлечение результатов диатомового анализа, позволяют определить возраст отложений, вмещающих комплекс зоны *Dendrospyris* (?) *sakaii*, началом среднего миоцена.

Комплекс зоны *Eucyrtidium inflatum* установлен в туфоалевролитах северного плато подводного хребта Витязь. Содержание скелетов радиолярий

составляет 1368-2098 экз./г (Приложение: табл. 3). Сохранность, преимущественно хорошая. Преобладают Spumellaria, составляющие до 91 % от общего состава комплекса (рис. 5.3). Высокое содержание имеют виды: *Stylosphaera angelina* Campbell, Clark – 7.9 %, *Spirotunica polyacantha* Campbell, Clark – 6.9 %, *Pentactinosphaera hokurikuensis* (Nakaseko) – 5.0 % и др. Также присутствуют *Styptosphaera spumacea* Haeckel, *Spirotunica* cf. *elliptica* (Dreyer), *Stylodictya ornata* Campbell, Clark и др. Nassellaria малочислены и представлены таксонами: *Eucyrtidium inflatum* Kling, *E. asanoi* Sakai, *Theocorys* sp., *Cyrtocapsa cornuta* Haeckel, *Lithopera renza* Riedel et Sanfilippo и др. На зональный вид-индекс *Eucyrtidium inflatum* Kling приходится до 1 %. Кроме этого, в комплексе зафиксировано присутствие вида колониальных радиолярий – *Collosphaera huxleyi* Müller.

Обращает внимание присутствие радиолярий неудовлетворительной сохранности, по общим морфологическим признакам близких к меловым родам *Stichomitra*, *Diacanthocapsa* и *Stichocapsa*. Плохая сохранность скелетов указывает на их переотложение.

Обсуждение и возраст. Зона *Eucyrtidium inflatum* выделена П. Рейнолдсом (Reynolds, 1980) в среднемиоценовых отложениях островного склона Японского желоба. Позднее М. Фунаямой (Funayama, 1988) эта зона была подразделена на две подзоны «а» и «b». Согласно последним данным глубоководного бурения Японского моря (IODP, 346 рейс «JOIDES Resolution»), возраст подзон рассматривается в пределах: «а» – 15.0-12.7 млн лет, «b» – 12.7-11.8 млн лет (Kamikuri et al., 2017). Присутствие видов *Pentactinosphaera hokurikuensis* (Nakaseko) и *Eucyrtidium asanoi* Sakai, последнее появление которых отмечено на уровнях 15.0 и 14.1-13.8 млн лет, соответственно (Kamikuri et al., 2017), позволяет скоррелировать комплекс радиолярий, выделенный из отложений южного плато хребта Витязь с нижней частью подзоны «а». Подтверждением этого служат результаты диатомового анализа (неопубликованные данные И.Б. Цой), согласно которым в комплексе диатомей, ассоциирующих с комплексом радиолярий, единично содержится зональный вид-индекс *Denticulopsis lauta* (Bailey) Simonsen.

Уровень исчезновения этого вида отмечается вблизи подошвы диатомовой зоны *Crucidentacula nicobarica* (13.1-12.9 млн. лет), согласно диатомовой зональной шкале Дж. Баррона и А.Ю. Гладенкова (Barron, Gladenkov, 1995; Гладенков, 2007).

Следует отметить, что вид *Eucyrtidium asanoi* Sakai также является зональным и характеризует подстилающую одноимённую зону, которая была прослежена в районе исследований в наземных морских разрезах о-вов Итуруп и Кунашир (Витухин и др., 1996), но в изученных нами отложениях островного склона Курило-Камчатского желоба комплекс этой зоны не был обнаружен.

Зона *Eucyrtidium inflatum* широко распространена в среднемиоценовых отложениях северо-западной Пацифики: в Японском море и на островном склоне Японского желоба (Бараш и др., 1987; 2003; Цой, Шастина, 1999; Kamikuri et al., 2004; Motoyama et al., 2010; Tada et al., 2015; и др.), на севере Сахалина (Витухин, 1993; Гладенков и др., 1999), в отложениях гайотов Детройт и Мейджи (на севере Императорского хребта) (Shilov, 1995 a; Точилина, 2015; Точилина и др., 2017) и др.

Комплекс с *Lychnocanoma magnacornuta* – *Theocorys redondoensis* установлен в туфодиатомитах южного плато подводного хребта Витязь. Общая численность радиолярий составляет 3124 экз./г (Приложение: табл. 3). Скелеты имеют удовлетворительную и хорошую сохранность. На содержание представителей *Spumellaria* приходится 43.3 %, на *Nassellaria* – 50.9 % (рис. 5.3). Виды-индексы занимают: *Lychnocanoma magnacornuta* Sakai – 1.8 %, *Theocorys redondoensis* (Campbell et Clark) – 7.3 %. Продолжает существовать колониальный вид *Collosphaera huxleyi* Müller (Приложение: табл. VI). *Spumellaria* представлены таксонами: *Cladococcus* sp., *Drupptractus polycentrus* Clark et Campbell, *Drupptractus pierinae* (Clark et Campbell), *Larcopyle* cf. *bütschlii* Dreyer, *Spirotunica polyacantha* (Campbell et Clark), *Lithelius minor* Jörgensen F.A., *Stylodictya stellata* Bailey, *Spongocore puer* Campbell et Clark, *Spongopyle setosa* Dreyer и др. Большинство приведённых видов являются переходящими из нижележащих комплексов. Отмечается присутствие двух экземпляров позднеолигоценового

вида *Haliomma* aff. *nobile* Ehrenberg плохой сохранности, вероятно, переотложенных. Состав Nassellaria представлен видами-индексами и другими таксонами: *Cornutella bimarginata* Haeckel, *Sethocorys* sp., *Spurioclathrocyclus* sp., *Clathrocyclus* *cosma cosma* (Lombardi et Lazarus), *Diplocyclus* sp., *Pseudodictyophimus gracilipes* (Bailey) F.A., *Pseudodictyophimus* sp., *Lithostrobilus cornutus* Haeckel, *Siphocampe reedi* Campbell et Clark, *Cyrtopera laguncula* Haeckel, *Ceratospyris* sp. и др.

Обсуждение и возраст. Комплекс с *Lychnocanoma magnacornuta* – *Theocorys redondoensis* соответствует комплексам двух смежных зон. Первая выделена М. Фунаямой (Funayama, 1988) в средне-верхнемиоценовых отложениях континентального разреза префектуры Судзу (Suzu) (п-ов Ното, Япония). Вторая зона выделена П. Рейнольдсом (Reynolds, 1980) в верхнемиоценовых отложениях островного склона Японского желоба. Возрастные датировки обсуждаемых зон по данным глубоководного бурения островного склона Японского желоба и Японского моря следующие: зона *Lychnocanoma magnacornuta* – 11.8-9.0 млн лет (Tada et al., 2015), зона *Theocorys* (= *Lipmanella*) *redondoensis* – 9.0-7.3 млн лет (Kamikuri et al., 2004). В районе Курильской островной дуги комплекс зоны *Lychnocanoma magnacornuta* был впервые прослежен Д.И. Витухиным с соавторами (1996) в наземных морских разрезах куйбышевской свиты о-ва Итуруп и ловцовой свиты о-ва Кунашир (БКГ) (рис. 2.4). Несколько ранее Н.П. Рунёвой и К.А. Ушко (1984) в отложениях ловцовой свиты о-ва Кунашир был определён комплекс радиолярий, отнесённый авторами к зоне *Lychnocanium pirronicum*, выделенной К. Накасеко и К. Сугано (Nakaseko, Sugano, 1973) в морских отложениях о-ва Хонсю (формация Teradomari). В глубоководном разрезе островного склона Японского жёлоба DSDP 434В возраст зоны *Lychnocanium pirronicum* был установлен в пределах ~12.7-10.0 млн лет (Точилина, Василенко, 2014). Близкий таксономический состав зон *Lychnocanoma magnacornuta* и *Lychnocanium pirronicum* и даты абсолютного возраста выявили возрастную аналогию этих зон (Витухин и др., 1996; Василенко, 2016).

Географическое распространение зон *Lychnocanoma magnacornuta* и

Theocorys redondoensis в северо-западной Пацифике широкое, оно охватывает Японское море (Точилина, 1985; Alexandrovich, 1992; Цой, Шастина, 1999; Бараш и др., 2003; Kamikuri et al., 2017); юг Сахалина (по разрезу реки Малый Такой) (Точилина, 1985, Точилина и др., 1988); п-ов Шмидта (Северный Сахалин) (Гладенков и др., 1999); островной склон Японского жёлоба (Точилина, 1985; 2014; Kamikuri et al., 2004; Точилина и др., 2015), гайоты Детройт и Мейджи (Shilov, 1995 a; Точилина, 2015; Точилина и др., 2017), наземные разрезы Японии (Motoyama et al. 2009; Kato, Obuse, 2013) и др. Совместное нахождение видов-индексов рассматриваемых зон также установлено в свите мыса Плоского о-ва Карагинский (Восточная Камчатка) (Витухин, 1993), в Японском море: в районе подводной горы Петра Великого (Василенко, 2015), на возвышенности Ямато (Цой и др., в печати).

Комплекс с *Lychnocanium parallelipes* – *Lithocampe radricula* установлен в туфодиатомитах, аргиллитах, песчаниках и туфралевролитах южного плато подводного хребта Витязь и в Приосевой зоне Курило-Камчатского желоба (рис. 5.1). Содержание скелетов радиолярий варьирует от единичных экземпляров до 2501 экз./г (Приложение: табл. 3). Сохранность скелетов, преимущественно, хорошая, реже удовлетворительная. В районе подводного хребта Витязь преобладают *Spumellaria*, на долю которых приходится до 81 %, в Приосевой зоне преобладают *Nassellaria* – до 56 % (рис. 5.3). Объединение изучаемых образцов в один комплекс возможно, главным образом, по общим таксонам *Nassellaria*, тогда как состав *Spumellaria* имеет некоторые отличия (Приложение: табл. 3). Виды-индексы принадлежат *Nassellaria*: *Lychnocanoma parallelipes* Motoyama встречен только в районе хребта Витязь и занимает в комплексе 3.2 %, тогда как другой вид-индекс *Lithocampe radricula* Ehrenberg входит в состав обсуждаемого комплекса в обоих районах с преобладанием в Приосевой зоне (10-21 %). Другим общим видом *Nassellaria* является *Stichocorys delmontensis* (Campbell et Clark), содержание которого незначительно.

Обсуждение и возраст. Комплекс с *Lychnocanium parallelipes* – *Lithocampe radricula* содержит зональные виды-индексы одноимённых зон: *Lychnocanium*

parallelipes, выделенной И. Мотоямой (Motoyama, 1996) в глубоководном разрезе Японского моря (скв. DSDP 302), и *Lithocampe radicula*, выделенной С.В. Точиной (Tochilina, 2012) в разрезе верхней террасы островного склона Японского желоба (скв. DSDP 438A). Таксономический состав обсуждаемого комплекса близок к слоям с *Thecosphaera japonica* – *Stichocorys delmontensis*, установленным в северо-восточной части Тихого океана (скв. 183) (Витухин, 1993). В япономорской области общие таксоны встречаются в зоне *Thecosphaera japonica* (Nakaseko, Sugano, 1973). В выделенном нами комплексе из островного склона Курило-Камчатского желоба вид-индекс *Thecosphaera japonica* Nakaseko обнаружен не был, но встречается в нижележащем комплексе с *Eucyrtidium inflatum* и вышележащих плейстоценовых комплексах. Меньшее сходство таксономического состава наблюдается с комплексом зоны *Ahorgrunum acqulonum* – *Lipmanella redondoensis*, выделенной В.В. Шиловым (Shilov, 1995 a) в разрезе гайота Детройт (скв. ODP 884B). Здесь общими видами являются *Stylosphaera angelina* Campbell et Clark и *Stichocorys delmontensis* Campbell et Clark. Также эти и другие виды встречаются в комплексе зоны *Lithelius barbatus*, выделенной И. Мотоямой (Motoyama, 1996) и позднее прослеженной в наземных морских разрезах Японских о-вов (Kato, Obuse, 2013), в Охотском и Японском морях (Цой, Шастина, 1999, 2005; Tada et al., 2015), на островном склоне Японского желоба (Kamikuri et al., 2004). Обращает внимание отсутствие в комплексе с *Lychnocanium parallelipes* – *Lithocampe radicula* вида-индекса позднего миоцена *Theocorys redondoensis* (Campbell et Clark), который входит в состав вышеприведённых комплексов, с которыми осуществляется корреляция. Это позволяет определить возраст рассматриваемого в настоящем исследовании комплекса концом позднего миоцена – ранним плиоценом. По определениям И.Б. Цой (неопубликованные данные), диатомеи, выделенные из образца Lv52-12-1a, относятся к зоне *Neodenticula kamtschatica*, возраст которой конец позднего миоцена – ранний плиоцен (7.4-7.3 – 4.0-3.9 млн лет), согласно диатомовой зональной шкале Дж. Баррона и А.Ю. Гладенкова (Barron, Gladenkov, 1995; Гладенков, 2007). Ранее в Приосевой зоне Курило-Камчатского желоба в

рассматриваемом возрастном интервале был установлен комплекс диатомей зоны *Denticulopsis kamtschatica* (определения В.С. Пушкаря в (Васильев, 1988)).

Комплекс зоны *Spongopyle osculosa* (= *Spongodiscus osculosus*) установлен в песчаниках, алевролитах и туфоалевролитах северного плато подводного хребта Витязь. Общая численность радиолярий варьирует от единичных до 426 экз./г (Приложение: табл. 3). Скелеты имеют, преимущественно, удовлетворительную сохранность. Видовой состав, главным образом, представлен *Spumellaria*: *Thecosphaera tochigiensis* Nakaseko, *Spongopyle osculosa* F.B. (= *Spongodiscus osculosus*) Dreyer, *Spongodiscus resurgens* Ehrenberg и др. *Nassellaria* представлены редкими таксонами рода *Cycladophora*.

Кроме радиолярий раннеплейстоценового возраста, в изученных образцах встречены радиолярии, предположительно, мелового возраста (Василенко, 2013; 2018; Точилина и др., 2014). Сохранность скелетов неудовлетворительная, что может быть признаком их переотложения. Изучение общей формы этих экземпляров позволило определить их условно: *Orbiculiforma* sp., *Lophophaena* sp., *Siphocanium* (?) cf. *davidi* Scaaf, *Lithostrobos* (?) cf. *natlandi* Campbell et Clark, *Stichomitra* (?) sp., *Diacanthocapsa* cf. *amphora* (Campbell and Clark), *Tetracapsa* (?) sp. и *Stichocapsa* (?) sp. Близкие по морфологии таксоны установлены в комплексе среднего миоцена с *Eucyrtidium inflatum* (см. выше).

Обсуждение и возраст. Комплекс с *Spongopyle osculosa* соответствует зоне *Spongodiscus osculosus*, выделенной С.В. Точилиной (1980) и прослеженной в Беринговом море (скв. ODP 188, 191), на гайоте Мейджи (север Императорского хребта, скв. ODP 192) и в Японском море (скв. DSDP 301, 302) (Точилина, 1985). Нижняя граница обсуждаемой зоны была первоначально определена 2.8 млн лет по сопоставлению с зоной *Lamprocyclas heteroporos* (2.8-1.8 млн лет), выделенной в северной части Тихого океана (Haas, 1970; Kling, 1973). Отличием является отсутствие зонального вида-индекса *Lamprocyclas heteroporos* Haas в Беринговоморском регионе, что объясняется экологией этого вида, распространённого в тёплых водах умеренных и субтропических широт. В отложениях подводного хребта Витязь этот вид также не был зафиксирован.

Согласно более поздним данным, полученным по наземному разрезу юга Сахалина (по реке Малый Такой) (Точилина и др., 1988) и глубоководному разрезу островного склона Японского желоба (скв. DSDP 434) нижняя граница зоны *Spongodiscus osculosus* была датирована 2.54 млн лет (Точилина, Василенко, 2014). Верхняя граница зоны соответствует нижней границе вышележащей зоны *Eucyrtidium matuyamai*, которая по последним данным глубоководного бурения в Японском море и на островном склоне Японского желоба, установлена на уровне 1.98 млн лет (Kamikuri et al., 2004; Tada et al., 2015). По данным диатомового анализа изучаемые отложения отнесены к зоне *Neodenticula koizumii* (2.7/2.6-2.0 млн лет) (Терехов и др., 2012, 2013).

Выше в стратиграфическом разрезе выявлена последовательность комплексов радиоляриевых зон, предложенная Дж. Хейсом (Haas, 1970), которая, в настоящее время, считается стандартом для определения четвертичных отложений севера Тихого океана (Nigrini, Sanfilippo, 2001).

Комплекс зоны *Eucyrtidium matuyamai* установлен в песчаниках, туфопесчаниках, туфодиатомитах, туффитах диатомовых, глинах диатомовых туффитовых, туфогенных диатомитах северного плато подводного хребта Витязь его центральной части. Содержание скелетов радиолярий в комплексе варьирует от единичных экземпляров до 2966 экз./г (Приложение: табл. 3). Скелеты радиолярий имеют хорошую сохранность. В комплексах из отложений северного и южного плато подводного хребта Витязь наблюдается доминирование представителей *Spumellaria* (59.6-67.1 %), в комплексе из отложений центральной, разрушенной, части преобладают *Nassellaria* 47.3-50.7 %. Вид-индекс *Eucyrtidium matuyamai* Haas встречен в небольшом количестве до 1.9 %. Преобладает вид *Cycladophora davisiana* Ehrenberg (3.3-35.1 %). Таксономический состав также представлен: *Echinomma leptodermum* Jörgensen, *Sphaeropyle langii* Dreyer, *Spirema* sp., *Streblacantha circumtexta* Jörgensen, *Stylodictya validispina* Jörgensen, *Stylodictya stellata* Bailey, *Spongotrochus glacialis* Popofsky, *Diplocyclas cornuta* Bailey, *Dictyophimus triserratus* Haeckel, *Ceratocyrtis* sp., *Lithomitra lineata* Ehrenberg, *Ceratospyrus borealis* Bailey и др.

Необходимо отметить присутствие в комплексе тепловодных таксонов полицистин: *Amphytholonium* sp., *Rhizoplegma boreale* (Cleve), *Cromyomma villosum* Haeckel, *Tetrapyle* sp., *Ommatartus* sp., *Stylotrochus bipedius* Vasilenko sp. nov., *Stylotrochus tripedius* Vasilenko sp. nov., *Plectopyramis dodecomma* Haeckel, *Stichopilium bicorne* Haeckel, *Androspyrus* cf. *reticulidisca* Takahashi и колониальных радиолярии Collodaria: *Acrosphaera* cf. *spinosa* (Haeckel), и *Siphonosphaera* sp.

Обсуждение и возраст. Зона *Eucyrtidium matuyamaei* выделена Дж. Хейсом (Hays, 1970) в северной части Тихого океана и соответствует зоне X (2.0-1.0 млн лет), выделенной в Антарктике (Hays, 1965). Многочисленные исследования осадочного чехла Японского моря и островного склона Японского желоба (Kamikuri et al., 2004; Motoyama et al., 2009; Tada et al., 2015) позволили уточнить возраст обсуждаемой зоны – 1.98-1.03 млн лет. По данным диатомового анализа изученные отложения отнесены к зоне *Actinocyclus oculatus* (2.0-1.0 млн лет) (Терехов и др., 2012, 2013).

Комплекс зоны *Stylatractus universus* установлен в туфопесчаниках, песчаниках и туффитах южного плато подводного хребта Витязь. Таксономический состав радиолярий представлен немногочисленными Spumellaria: *Stylatractus* sp., *Haliomma* sp., *Spongodiscus* sp., что позволяет проследить обсуждаемую зону только условно.

Обсуждение и возраст. Зона *Stylatractus universus* выделена Дж. Хейсом (Hays, 1970) в северной части Тихого океана как аналог зоны Ψ (1.0-0.4 млн лет), выделенной автором ранее в Антарктике (Hays, 1965). Нижняя граница зоны является верхней границей нижележащей зоны *Eucyrtidium matuyamaei* и датируется 1.03 млн лет, верхняя граница соответствует нижней границе зоны *Botryostrobos aquilonaris* – 0.4 млн лет (по уточнённым данным (Kamikuri et al., 2004) – 0.43 млн лет).

Комплекс зоны *Botryostrobos aquilonaris* установлен в аргиллитах Приосевой зоны Курило-Камчатского желоба. Численность скелетов радиолярий составляет 2745 экз./г (Приложение: табл. 3). Сохранность скелетов удовлетворительная, реже хорошая. Содержание представителей Spumellaria и

Nassellaria примерно одинаковое – по 46 %, колониальные радиолярии 1 %, на неопределённые таксоны приходится 7 %. Вид-индекс *Botryostrobos aquilonaris* (Bailey) занимает 8.8 %. Spumellaria представлены таксонами, в основном, переходящими из нижележащих плейстоценовых зон: *Drupptractus ostracion* Haeckel, *Thecosphaera japonica* Nakaseko, *Echimomma leptodermum* Jörgensen, *Cromyechinus antarctica* (Dreyer), *Tholospyra cervicornis* Haeckel, *Sphaeropyle langii* Dreyer, *Stylodictya stellata* Bailey, *Spongurus pylomaticus* Riedel, *Spongopyle osculosa* Dreyer F.B., *Stylotrachus sol* Campbell et Clark и др. Таксономический состав Nassellaria представлен таксонами широкого возрастного диапазона – от плиоцена до позднего плейстоцена: *Cornutella hexagona* Haeckel, *Diplocyclas cornuta* Bailey, *Pseudodictyophimus gracilipes* (Bailey) F.B., *Lithomitra lineata* Ehrenberg, *Ceratospyrus* sp. Исключение составляют вид-индекс *Botryostrobos aquilonaris* (Bailey) и *Lithostrobos lithobotrus* Haeckel, характерные для среднего – позднего плейстоцена. Колониальные радиолярий представлены одним экземпляром *Collosphaera* sp.

Обсуждение и возраст. Зона *Botryostrobos aquilonaris* является аналогом зоны *Botryostrobos* (= *Eucyrtidium*) *tumidulum*, выделенной Дж. Хейсом (Hays, 1970) в северной части Тихого океана, и соответствует зоне Ω (0.4-0 млн лет), выделенной в Антарктике (Hays, 1965). Вид-индекс *Botryostrobos aquilonaris* (Bailey) установлен как синоним вида *Botryostrobos tumidulum* (Bailey) (Nigrini, 1977), на основании этого, П. Рейнолдс (Reynolds, 1980) переименовал обсуждаемую зону. Согласно данным глубоководного бурения, основание этой зоны установлено на уровне 0.43 млн лет (Morley, Shackleton 1978; Moore 1995; Kamikuri et al., 2004).

Зона *Botryostrobos aquilonaris* распространена в Японском море (Tada et al., 2015), на островном и тихоокеанском склонах Японского желоба (Reynolds, 1980; Sakai, 1980; Kamikuri et al., 2004; Точилина, Василенко, 2014; Точилина, 2018), в Беринговом море (Точилина, 1980), на гайоте Детройт (север Императорского хребта) (Shilov, 1995 а) и др. (рис. 2.1-2.3).

Комплекс зоны *Lychnocanoma sakaii* (= *Lychnocanium grande*) установлен

в туфодиадомитах южного плато подводного хребта Витязь. Общая численность радиолярий составляет 1730-2950 экз./г. Скелеты имеют хорошую сохранность. Доминируют *Nassellaria* (61-70 %), на вид-индекс приходится 28.9-37.1 %, субдоминирующий вид *Cycladophora davisiana* Ehrenberg занимает 19.6-26.8 %. Таксономический состав представлен: *Thecosphaera japonica* Nakaseko, *Streblacantha circumtexta* Jörgensen, *Stylochlamidium venustum* Bailey, *Pterocorys hirundo* Haeckel, *Ceratospyrus borealis* Bailey, *Eucoronis nephrospyrus* Haeckel и др.

В вышеописанном комплексе радиолярий (обр. Lv52-5-2б-1) обнаружены единичные таксоны рода *Cyrtocapsa* плохой сохранности, характерные для раннего миоцена, вероятно, переотложенные.

Обсуждение и возраст. Зона *Lychnocanoma sakaii* (= *Lychnocanium grande*) была впервые выделена С.В. Точиной (1985) в верхнеплейстоценовых отложениях гайота Мейджи (север Императорского хребта, скв. ODP 192) и Берингова моря (скв. ODP 191, 191А) как экозона верхней части зоны *Botryostrobus aquilonaris* (= *B. tumidulum*). Основание экозоны было установлено на уровне 0.3 млн лет (Точилина, 1985). Эта дата принята и в настоящей работе. Существование вида-индекса в плейстоценовых отложениях северо-запада Тихого океана установлено в пределах 2.3-0.0 млн лет (Morley, Nigrini, 1995). На островном склоне ККЖ появление вида-индекса *Lychnocanoma sakaii* Morley et Nigrini отмечается в образцах, соответствующих верхней части нижележащей зоны *Eucyrtidium matuyamai*, возраст которой приближается к уровню 1.03 млн лет. В Японском море возраст зоны *Lychnocanoma sakaii* установлен в интервале 0.085-0.054 млн лет (Kamikuri et al., 2017).

Примечание. Стратиграфическое положение вида *Lychnocanium grande*, выделенного А. Кэмбеллом и Б. Кларком (Campbell, Clark, 1944) в миоценовых отложениях южной Калифорнии, на протяжении второй половины XX века вызывало острые дискуссии. Основной причиной этого является приведение авторами под одним видовым названием 3-х экземпляров, отличающихся размерами раковин, количеством поровых отверстий и направлением базальных игл. Эти экземпляры были встречены разными исследователями в отложениях

олигоцен – позднего плейстоцена в весьма отдалённых районах земного шара (Bjørklund, 1976, Lazarus, 1990, Morley, 1985, Petrushevskaya, 1975; и др.). Это предполагает разную видовую или подвидовую принадлежности обсуждаемых экземпляров. К. Накасеко (Nakaseko, 1963) при изучении миоценовых радиолярий в наземных морских разрезах Японии обнаружил большое количество экземпляров, близких к *Lychnocanium grande* Campbell et Clark, и отметил у некоторых из них отсутствие поровых отверстий на цефалисе. Такие экземпляры автор назвал *Lychnocanium nipponicum* (Nakaseko, 1963, p. 168-170, text-fig. 2, pl. 1, fig. 1a, b). Позднее, Дж. Мёрли и К. Нигрини (Morley, Nigrini, 1995) при изучении материалов глубоководного бурения 145 рейса «JOIDES Resolution» для плейстоценовых экземпляров, близких по морфологии к *Lychnocanium grande*, предложили новое название *Lychnocanoma nipponica sakaii* (Morley, Nigrini, 1995: Pl. 6, fig. 1, 4), но отнесли их к подвиду вида, выделенного К. Накасеко. В последующем Ш.-И. Камикури (Kamikuri, 2010) повысил ранг этого таксона до вида *Lychnocanoma sakaii* Morley et Nigrini.

Выводы:

1. В результате изучения таксономического состава радиолярий в отложениях островного склона Курило-Камчатского желоба были установлены 17 комплексов радиолярий, в возрастном интервале поздний эоцен – плейстоцен.

2. Особенности таксономического состава радиолярий не позволили применить одну какую-либо шкалу или схему, предложенную ранее для кайнозойских отложений северо-западной Пацифики, что связано с особенностями района исследований. В результате выделенные комплексы представляют собой самостоятельную схему регионального значения.

4. На основе данных радиоляриевого анализа детализирована и дополнена стратиграфическая схема кайнозойского осадочного чехла островного склона Курило-Камчатского желоба.

ГЛАВА 6. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ОСТРОВНОГО СКЛОНА КУРИЛО-КАМЧАТСКОГО ЖЕЛОБА

Изучение комплексов радиолярий позволило реконструировать условия формирования осадочного чехла островного склона Курило-Камчатского желоба в позднем эоцене – плейстоцене. При этом основное внимание было уделено общей численности радиолярий, высокому содержанию отдельных видов и родов в таксономическом составе, принадлежности комплексов к разным экологическим типам, выделенным Д.И. Витухиным (1993), преобладанию в комплексах представителей групп *Spumellaria* и *Nassellaria*, присутствию представителей *Collodaria*, а также сохранности скелетов радиолярий.

В позднем эоцене и олигоцене на южном и северном плато подводного хребта Витязь, а также в районе внешней зоны Малой Курильской гряды наблюдается невысокая численность и, в основном, обеднённый таксономический состав комплексов радиолярий. В сообществе радиолярий-полицистин преобладали *Spumellaria* (67-96 %), главным образом, таксоны, характерные для прибрежных районов апвеллингов (Kruglikova, 2009). Значения коэффициента обилия радиолярий (Кругликова, 1995) резко превышает единицу ($R^a_{s/n}=1.23-44.11$), что может быть связано с характером циркуляции, а именно, близостью берега или влиянием прибрежных течений (Приложение: табл. 4) (рис. 6.1). Комплексы радиолярий относятся к «неритическому» экологическому типу (Витухин, 1993). Это указывает на мелководные условия осадконакопления в рассматриваемый период времени. Этот вывод был сделан ранее на основе данных диатомового анализа и силикофлагеллат, а также по литофациальным характеристикам осадков (Леликов и др., 2008 а, б; Терехов и др., 2013) и подтверждается результатами настоящего исследования.

Кроме этого, в обеднённом таксономическом составе *Nassellaria* ярко выражено доминирование холодноводных видов, что, согласуется с ранее установленным похолоданием климата в Северо-Западной Пацифике в олигоценовую эпоху (Гладенков, 1988; Zachos et al., 2001; Гладенков и др., 2005).

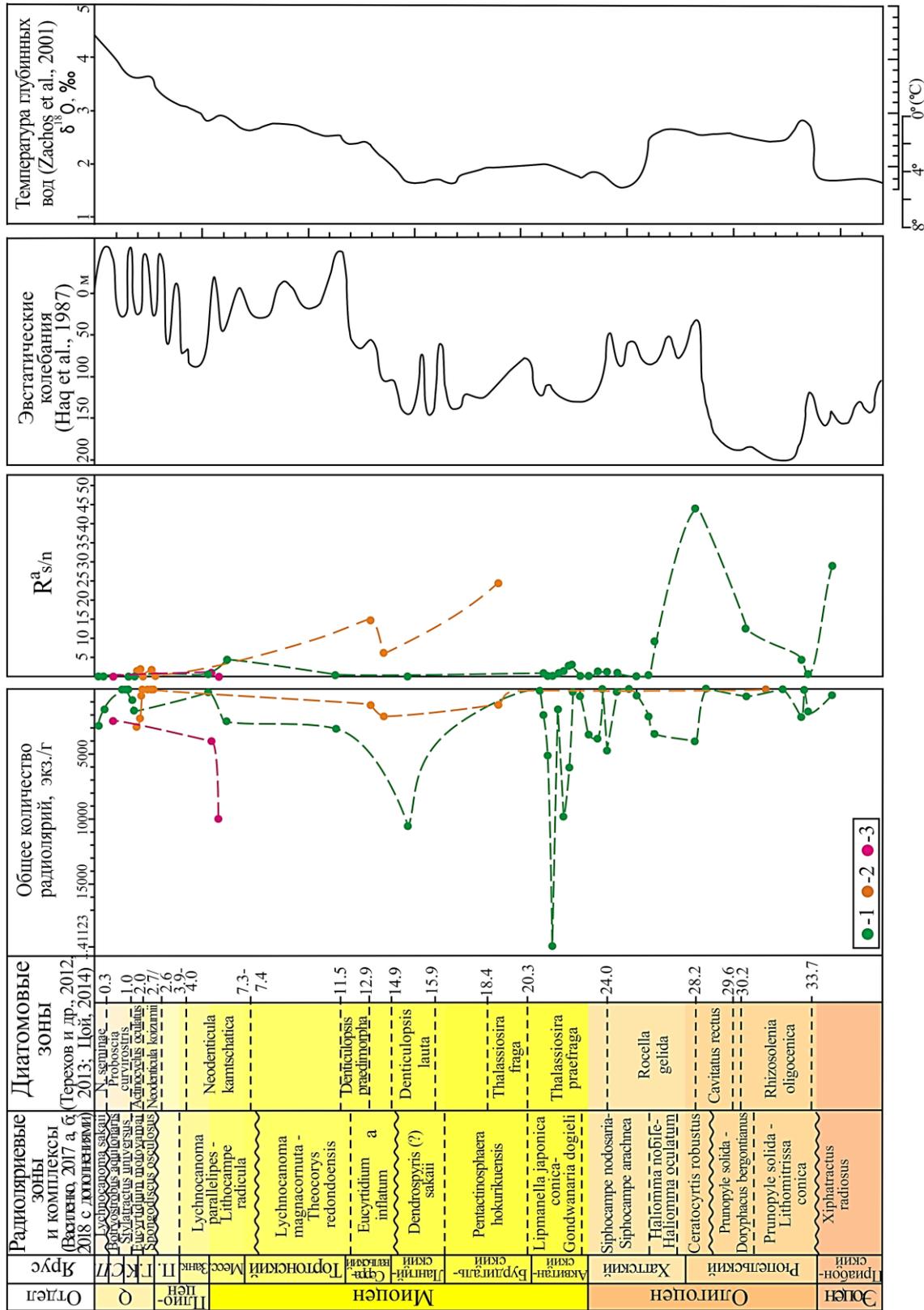


Рис. 6.1. Кривые изменения общего количества радиолярий в отложениях островного склона Курило-Камчатского желоба (1 – южная плато и центральная часть ПХВ, а также Внешняя зона МКГ, 2 – северное плато ПХВ, 3 – Приосевая зона), коэффициента обилия радиолярий ($R^a_{s/n}$), эвстатических колебаний Мирового океана и температуры глубинных вод.

В конце позднего олигоцена – начале раннего миоцена на южном плато подводного хребта Витязь возросла численность радиолярий и разнообразие таксономического состава, что указывает на увеличение их продуктивности. В этот период времени в сообществе радиолярий-полицистин доминирующее положение заняли представители *Nassellaria* ($R^a_{s/n}=0.62-1.48$), за небольшим исключением. Родовой состав радиолярий указывает на принадлежность комплекса радиолярий к «переходному» экологическому типу (сформированному в более мористой обстановке, по сравнению с «неритическим» – шельфовым типом) (Витухин, 1993), что подтверждает вывод о начале погружения южной части островного склона Курило-Камчатского желоба в конце олигоценовой эпохи (Леликов и др., 2008 а, б; Терехов и др., 2012; 2013). В этот период времени отложения накапливались в глубоководных, вероятно, верхнебатиальных условиях. Нисходящие движения блоков земной коры могли быть связаны с процессом формирования поперечной зоны тектонической деструкции в районе центрального звена Курильской островной дуги (Кулинич и др., 2007; 2015). Кроме этого, наблюдается прямая корреляция увеличения общей численности радиолярий (в комплексе преобладают *Nassellaria*) с фазами глобальных трансгрессий Мирового океана (Наг et al., 1987) (рис. 6.1). Основной причиной углубления южной части островного склона, по-видимому, являлись тектонические процессы, тогда как эвстатические колебания были вторичны и могли накладываться на первые.

В отложениях начала раннего миоцена сохраняется тенденция к увеличению общей численности радиолярий, достигая 41123 экз./г., их биоразнообразие также растёт. Этому могло способствовать увеличение глубин в районе южного плато. Согласно данным диатомового анализа и по силикофлагеллатам, в начале раннего миоцена в обсуждаемом районе устанавливаются батиальные условия осадконакопления (Цой, 2011, 2014). В этот период времени в таксономическом составе радиолярий произошли существенные изменения – в большом количестве появились неогеновые таксоны. Наблюдается значительное участие видов Охотского моря, что могло быть связано с расширением этого морского бассейна

в позднем олигоцене – раннем миоцене (Цой, Шастина, 2005). В фауне радиолярий в небольшом количестве присутствуют колониальные *Collodaria* (Приложение: табл. 3, 4), характерные для поверхностных тёплых водных масс Японского желоба в этот период времени (Reynolds, 1980; Точилина, Василенко, 2014). Это указывает на существование близких условий в начале раннего миоцена в северной части Японского желоба и в южной части островного склона Курило-Камчатского желоба.

Во второй половине раннего миоцена на северном плато подводного хребта Витязь, в отличие от его южной части, численность радиолярий небольшая, в обеднённом таксономическом составе преобладают сферические *Spumellaria* ($R_{s/n}^a=28.27$), что может указывать на мелководные условия осадконакопления. Следует отметить, что среди радиолярий-полицистин преобладают таксоны, имеющие крупные размеры и резко утолщённую стенку скелета (вид-индекс *Pentactinosphaera hokurikuensis* (Nakaseko) – 20.7 %), на построение которой требуются высокие концентрации кремния в водной толще. Возникновение толстостенных радиолярий в районе северного плато хребта Витязь может быть связано с изменением физико-химических параметров водных масс (солёности, температуры и др.) в рассматриваемый период времени в этом районе. Одной из причин изменения этих параметров могло служить проявление вулканической деятельности в районе северных Курил во время, так называемого, неогенового вулканического этапа (Происхождение ..., 1985; Пискунов, 1987). Начало вулканизма в районе Курильской островной дуги относят к олигоцену – раннему миоцену (Мартынов и др., 2015). Подтверждением этому служат литологические характеристики вмещающих отложений, представленных вулканогенными образованиями – туфоалевролитами. Кроме этого, преобладание вида-индекса *P. hokurikuensis* отмечено в раннемиоценовых отложениях пестроцветной свиты о-ва Карагинский (Восточная Камчатка) в слоях, содержащих прослойки туфов и туфопесчаников (Витухин, 1981), а также в отложениях плато Уллын (Японское море), представленных алевропсаммитовыми туффитами и пирокластическим материалом (вулканическое стекло, пемза) (Цой и др., 2017). Следует отметить,

что в районе Японского желоба и юго-западной части Северо-Западной котловины Тихого океана также зафиксирована активизация вулканической деятельности во второй половине раннего миоцена (Точилина, Попов, 1986).

В начале среднего миоцена на южном плато наблюдается присутствие радиолярий «близкого к океаническому» экологического типа (Витухин, 1993), что указывает на последовательное увеличение глубины в рассматриваемом районе. В это время произошло углубление Охотского моря, вероятно, обусловленное глобальной трансгрессией, в результате которой возникла его широкая связь с Тихим океаном (Цой, Шастина, 2005). Данная связь подтверждается практически идентичным видовым составом комплексов радиолярий, установленных в отложениях пильской свиты Северного Сахалина (Витухин, 1993) и южного плато подводного хребта Витязь. Также продолжают существовать представители *Collodaria*, появившиеся в начале раннего миоцена.

К середине среднего миоцена на северном плато состав фауны радиолярий соответствует «переходному» экологическому типу (Витухин, 1993), что указывает на изменение условий осадконакопления с мелководных на, вероятно, верхнебатиальные. Появляются тепловодные радиолярии-полицистины и колониальные *Collodaria*, характерные для поверхностных тёплых водных масс субтропической области Тихого океана, а также Японского моря в среднем миоцене (Цой и др., в печати). Эти же представители *Collodaria* продолжили развитие в позднем миоцене, о чём свидетельствует их нахождение в отложениях южного плато в этот период времени. Вероятно, трансформированные воды теплового течения Курошио (рис. 6.2) в среднем миоцене поступали в район островного склона Курило-Камчатского желоба.

Следует отметить, что в свите мыса Плоского о-ва Карагинский (Восточная Камчатка) в среднемиоценовых наземных морских разрезах также выявлено присутствие колониальных видов радиолярий (Витухин, 1993), что может объясняться не только влиянием тёплых течений, но и потеплением климата в северной части Тихого океана (Zachos et al., 2001). Максимум этого потепления пришелся на самый конец раннего – начало среднего миоцена, когда многие

южнобореальные мелководные комплексы (с субтропическими элементами) продвинулись далеко к северу (до севера Камчатки и до Аляски) (Гладенков, 1988).

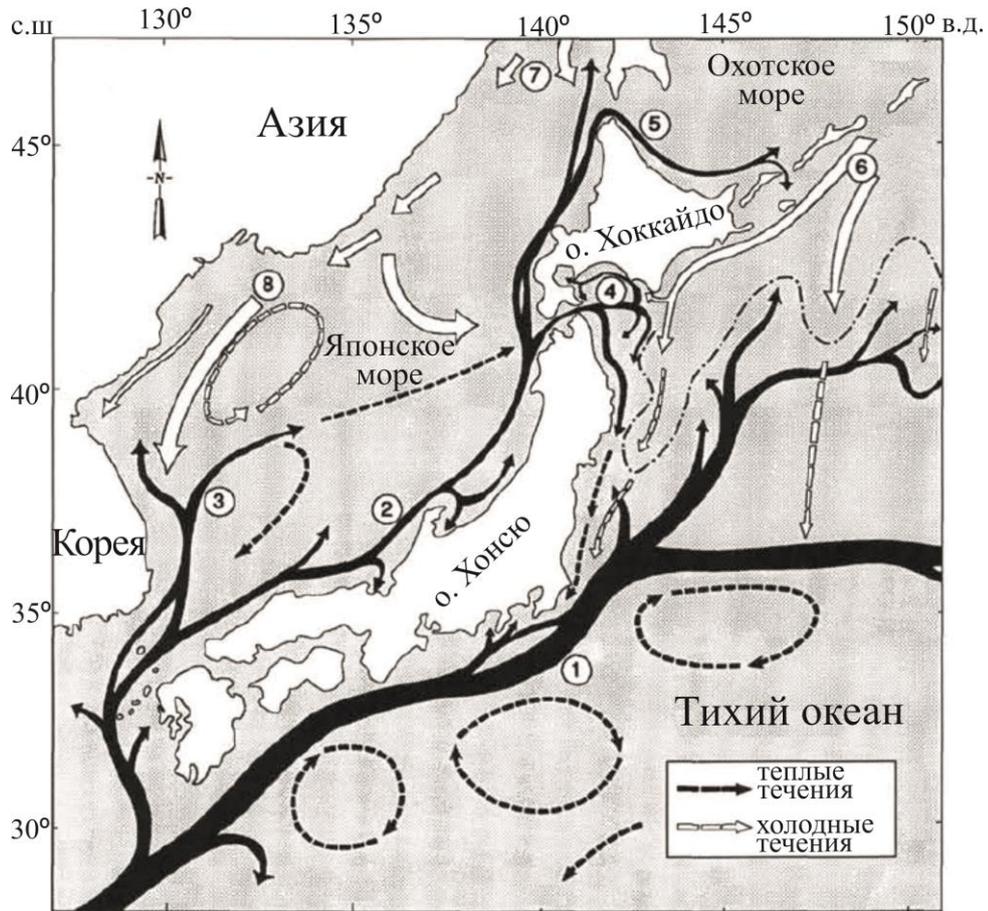


Рис. 6.2. Современные поверхностные течения Японского моря и прилегающих районов Охотского моря и Тихого океана (Kawai, 1972; Ling, 1992): 1 – Курошио; 2 – Цусимское; 3 – Восточно-Корейское; 4 – Сангарское; 5 – Соя; 6 – Оясио; 7 – Лиманское; 8 – Северо-Корейское

Зафиксированный миоценовый климатический оптимум (Zachos et al., 2001) сопровождался значительной морской трансгрессией (Naq et al., 1987) (рис. 6.1), что должно было способствовать усилению поступления тихоокеанских вод в район островного склона Курило-Камчатского желоба. В рассматриваемый период времени формирование осадочного чехла сопровождалось размывом докайнозойских отложений, на что указывает присутствие в среднемиоценовом комплексе меловых элементов радиолярий плохой сохранности. Эти экземпляры могли быть переотложены из коренных пород или были привнесены из

докайнозойских отложений п-ова Камчатка, в которых установлены близкие таксоны (Палечек и др., 2005).

В начале позднего миоцена на южном плато установленный комплекс радиолярий относится к «неритическому» экологическому типу (Витухин, 1993), что предполагает наличие в этом районе участков с небольшими глубинами. Вероятно, это обусловлено тектоническими восходящими движениями с наложением трансгрессивно-регрессивной цикличности (рис. 6.1). Содержание представителей *Spumellaria* и *Nassellaria* примерно равное, с незначительным преобладанием вторых (57 %). В комплексе присутствуют тепловодные элементы радиолярий-полицистин и, как было отмечено выше, колониальные *Collodaria*. Впервые в южной части Курильского региона представители этой группы тепловодных радиолярий были обнаружены в позднемиоценовых наземных морских разрезах о-вов Кунашир и Итуруп (Большая Курильская гряда) (Рунёва, Ушко, 1984). На основании этого, впервые было зафиксировано присутствие тёплых водных масс в исследуемом районе в позднем миоцене, что также подтверждают результаты настоящего исследования.

В конце позднего миоцена – раннем плиоцене на южном плато, при небольшой общей численности радиолярий, наблюдается увеличение обилия представителей *Spumellaria* ($R_{s/n}^a=4.67$), что указывает на существование мелководных, возможно, шельфовых условий осадконакопления. Отложения здесь накапливались при участии тёплых водных масс.

В Приосевой зоне Курило-Камчатского желоба на траверзе пролива Буссоль в это время наблюдаются более глубоководные условия, вероятно, батинальные, что фиксируется по высокой численности радиолярий (до 10738 экз./г) и увеличенному содержанию многокамерных *Nassellaria* ($R_{s/n}^a=0.70-1.52$) в комплексе. Видовой состав радиолярий близок к таковому из одновозрастных отложений Японского моря и Японского желоба (Motoyama, 1996; Точилина, 2013). Ранее установлено, что формирование осадочной толщи в Приосевой зоне, по крайней мере до плейстоцена, происходило в относительно мелководных условиях, а погружение осевая часть испытала в более позднее время (Васильев,

1988). По наличию рыхлых осадков и другим признакам возраст Курило-Камчатского желоба оценивается ориентировочно в 1 млн лет (Ломтев, Патрикеев, 1985). Наши данные позволяют предполагать, что в южной части Приосевой зоны уже в конце позднего миоцена – раннем плиоцене существовали участки с батинальными глубинами. Причиной этого могла служить трансгрессивная фаза, наступившая в этот период времени (Наг et al., 1987).

На границе плиоцена и плейстоцена на северном плато в малочисленном комплексе радиолярий, представленных преимущественно *Spumellaria*, выявлено присутствие таксонов докайнозойского возраста, установленных в более древнем комплексе среднего миоцена (см. выше). Накопление осадочных отложений в этом районе происходило одновременно с активными тектоническими движениями, о чём свидетельствует широкое развитие сбросовых уступов на его западном склоне и наличие разломных структур (Кулинич и др., 2007). Под действием гравитационных процессов, вызванных, вероятно, землетрясениями, терригенный материал с мелководья транспортировался в глубоководные районы, что привело к смешению диатомей разных экологических групп: прибрежных, бентосных и планктонных (Леликов и др., 2008 а). По-видимому, тектонические процессы способствовали активизации гидродинамического режима и размыву докайнозойских отложений, что привело также к смешению разновозрастных радиолярий на границе плиоцена и плейстоцена.

В раннем плейстоцене на северном и южном плато, а также в центральной части хребта Витязь, наблюдается увеличение численности радиолярий и биоразнообразия полицистин. В отложениях южного плато и центральной части доминирующее положение занимают *Nassellaria* ($R_{s/n}^a=0.56-0.83$), что свидетельствует об установлении глубоководных, вероятно, батинальных условий осадконакопления. Тогда как в отложениях северного плато, в некоторых образцах отмечается высокое содержание *Spumellaria* ($R_{s/n}^a=0.33-3.00$) (Приложение: табл. 4). Колониальные радиолярии *Collodaria* также присутствуют, с преобладанием их численности на южном плато, что указывает на формирование осадочного чехла с участием тёплых поверхностных водных масс в

рассматриваемый период времени.

В конце раннего – начале среднего плейстоцена в верхней части южного плато обнаружен малочисленный комплекс радиолярий, основу которого составляют представители *Spumellaria*. Это предполагает мелководные – шельфовые условия осадконакопления на отдельных участках рассматриваемого плато. Подтверждением этому служат данные диатомового анализа, согласно которым в этом районе присутствует тихопелагический вид диатомей *Paralia sulcata* и наблюдается разнообразие бентических видов, что, вероятно, указывает на существование поблизости островных территорий (Терехов и др., 2012).

В Приосевой зоне Курило-Камчатского желоба на траверзе пролива Буссоль в конце среднего плейстоцена содержание представителей радиолярий-полицистин имеет равное значение ($R_{s/n}^a=1.00$), общая численность составляет 2745 экз./г. В комплексе преобладает глубоководный вид-индекс *Botryosrtohus aquilonaris* (Bailey). В небольшом количестве присутствуют *Collodaria*, что указывает на формирование осадочного чехла в этом районе, вероятно, в батинальных условиях, с участием тёплых поверхностных водных масс.

В позднем плейстоцене на южном плато разнообразие радиолярий увеличилось, в сообществе полицистин значительная роль принадлежала *Nassellaria* ($R_{s/n}^a=0.24-0.36$), главным образом, глубоководным видам, широко распространённым в Северо-Западной Пацифике. Осадконакопление происходило в батинальных условиях при участии теплых поверхностных водных масс. Отмечается присутствие в комплексе радиолярий редких таксонов раннего миоцена, что предполагает формирование осадочного чехла в этот период времени с участием процессов переотложения.

Выводы:

1. Формирование осадочного чехла на северном и южном плато подводного хребта Витязь, включая Внешнюю зону Малой Курильской гряды, в течение позднего эоцена – плейстоцена происходило в разных седиментационных режимах. Это, вероятно, обусловлено тектоническими процессами и трансгрессивно-регрессивной цикличностью Мирового океана.

2. В конце позднего олигоцена на южном плато подводного хребта Витязь условия осадконакопления сменились с мелководных (шельфовых) на глубоководные, тогда как на северном плато мелководные условия существовали до середины среднего миоцена.

3. Выявлен размыв докайнозойских отложений в среднем миоцене и на границе плиоцена – плейстоцена, способствовавший переотложению, что подтверждает активизацию тектонических процессов в эти периоды времени.

4. С раннего миоцена в районе островного склона Курило-Камчатского желоба наблюдается усиление влияния тёплого течения Куро-Ойя, что, вероятно, связано с потеплением климата в Северо-Западной Пацифике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведённого исследования значительно расширили представления о таксономическом разнообразии радиолярий, обитавших в районе островного склона Курило-Камчатского желоба в позднем эоцене – плейстоцене. Установлена богатая фауна радиолярий, включающая 308 таксонов представителей трёх групп: Collodaria – 6 таксонов из 3 родов, Spumellaria – 155 таксонов из 80 родов и Nassellaria – 147 таксонов из 79 родов. Описаны четыре новых вида радиолярий: *Amphistylus gladiusiacus* Vasilenko, sp. nov. и *Thecosphaerella tochilinae* Vasilenko, sp. nov. из нижнеолигоценовых отложений южного плато подводного хребта Витязь, а также *Stylotrochus bipedius* Vasilenko sp. nov. и *Stylotrochus tripedius* Vasilenko sp. nov. из нижнеплейстоценовых отложений северного плато.

На основе изучения особенностей таксономического состава радиолярий, включающего виды-индексы, виды, с узким стратиграфическим диапазоном и доминирующие таксоны установлено 17 комплексов радиолярий в возрастном интервале поздний эоцен – плейстоцен. Стратиграфическая последовательность этих комплексов представляет собой самостоятельную схему регионального значения.

Впервые в исследуемом районе предпринята попытка восстановления условий осадконакопления на основе анализа таксонов радиолярий-полицистин как видового, так и надвидового уровней. Мелководные (шельфовые) условия предполагаются по небольшой общей численности радиолярий и преобладанию в комплексах представителей Spumellaria, главным образом, таксонов, характерных для прибрежных районов апвеллингов. Увеличение численности радиолярий, их таксономического разнообразия, а также доминирование в комплексах представителей Nassellaria предполагают смену мелководных условий на глубоководные. В результате установлено, что формирование осадочного чехла на северном и южном плато подводного хребта Витязь, а также на тихоокеанском склоне Малой Курильской гряды, в течение позднего эоцена – плейстоцена происходило в разных седиментационных и тектонических режимах. В конце

позднего олигоцена на южном плато подводного хребта Витязь условия осадконакопления сменились с мелководных (шельфовых) на глубоководные, тогда как на северном плато мелководные условия существовали до середины среднего миоцена. Это, вероятно, обусловлено тектоническими процессами и трансгрессивно-регрессивной цикличностью Мирового океана. Кроме этого, в среднем миоцене и на границе плиоцена и плейстоцена выявлен размыв докайнозойских отложений, способствовавший их переотложению, что подтверждает активизацию тектонических процессов в эти периоды времени.

С раннего миоцена в районе островного склона Курило-Камчатского желоба наблюдается усиление влияния тёплого течения Куроисио, что, вероятно, связано с потеплением климата в Северо-Западной Пацифике.

Литература

1. Атлас неогеновых моллюсков Курильских островов. М.: Наука, 1972. 162 с.
2. *Аверина Г.Ю.* Возраст кремней о-ва Карагинский (Камчатская область) по радиоляриям // Радиолярии и биостратиграфия. Свердловск, 1987. С. 5–8.
3. *Афанасьева М.С., Амон Э.О.* Радиолярии. М.: ПИН РАН, 2006. 320 с.
4. *Бараиш М.С., Казарина Г.Х., Кругликова С.Б., Сафарова С.А.* Стратиграфия неогена и палеогеография поднятия Северное Ямато (Японское море) // Материалы по стратиграфии и палеогеографии востока Азии и Тихого океана. Сборник научных трудов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. С. 134–146.
5. *Бараиш М.С., Казарина Г.Х., Кругликова С.Б.* и др. К неогеновой палеогеографии поднятия Северное Ямато (Японское море) по биостратиграфическим и сейсмостратиграфическим данным // Океанология. 2003. Т. 43. № 4. С. 573–582.
6. *Бахтеев М.К., Беньямовский В.Н., Брагин Н.Ю.* и др. Новые данные по стратиграфии мезозоя – кайнозоя Восточной Камчатки (Валагинский хребет) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1994. Т. 2. № 6. С. 77–84.
7. *Брагина Л.Г.* Позднекампанско-маастрихтские радиолярии острова Шикотан // Палеонтолого-стратиграфические исследования фанерозоя Дальнего Востока (по результатам радиоляриевых анализов для картирования). Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. С. 100–103.
8. *Василенко Л.Н.* О возрасте ископаемых радиолярий западного склона хребта Витязь (Курило-Камчатский желоб) // Современная палеонтология: классические и новейшие методы: Тезисы докладов X Всероссийской научной школы молодых учёных-палеонтологов (г. Москва, 7-9 октября 2013 г.). М.: Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, 2013. С. 11–12.
9. *Василенко Л.Н.* Верхнекайнозойские радиолярии из осадочного чехла подводной горы Петра Великого (Японское море) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2015. № 4. Вып. 28. С. 80–93.
10. *Василенко Л.Н.* Новые данные по миоценовым радиоляриям из отложений подводного хребта Северное Ямато (Японское море) // Геология дальневосточных морей России и их обрамления: Материалы региональной научной конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения И.И. Берсенева

- (г. Владивосток, 16 сентября 2016 г.). Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2016. С. 14–17.
11. *Василенко Л.Н.* Олигоцен-раннемиоценовые радиолярии из отложений южного плато подводного хребта Витязь (островной склон Курило-Камчатского желоба) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2017 а. № 3. Вып. 35. С. 87–102.
12. *Василенко Л.Н.* Радиолярии среднего миоцена – раннего плиоцена и их значение для стратиграфии подводного хребта Витязь (островной склон Курило-Камчатского желоба) // Дальневосточные моря и их бассейны: биоразнообразие, ресурсы, экологические проблемы: Материалы Второй Всероссийской конференции с международным участием, приуроченной к году экологии в России (г. Владивосток, 3-4 октября 2017 г.). Владивосток: ДВФУ, 2017 б. С. 24–26.
13. *Василенко Л.Н.* Плейстоценовые радиолярии из отложений подводного хребта Витязь // Труды Палеонтологического общества. М.: ПИН РАН, 2018. Т. 1. С. 29–37.
14. *Василенко Л.Н.* Новые виды Radiolaria из кайнозойских отложений островного склона Курило-Камчатского желоба // Палеонтологический журнал, 2019. № 4 (в печати).
15. *Васильев Б.И.* О геологическом строении Тихоокеанского шельфа Малой Курильской гряды // Докл. АН СССР. 1974. Т. 219. № 6. С. 43–50.
16. *Васильев Б.И.* Основные черты геологического строения северо-западной части Тихого океана. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. 192 с.
17. *Васильев Б.И.* Основы региональной геологии Тихого океана. Внутренняя зона Тихоокеанского подвижного пояса. Происхождение океана. Владивосток: Дальнаука, 1992. Ч. 2. 244 с.
18. *Васильев Б.И., Жильцов Э.Г., Суворов А.А.* Геологическое строение юго-западной части Курильской системы дуга – желоб. М.: Наука, 1979. 106 с.
19. *Васильев Б.И., Сигова К.И., Обжиров А.И., Югов И.В.* Геология и нефтегазоносность окраинных морей северо-запада Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2001. 308 с.
20. *Васильев Б.И., Чой Д.Р.* Геология глубоководных желобов и островных дуг

- Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2001. 183 с.
21. *Витухин Д.И.* Комплексы радиолярий из кайнозойских отложений о-ва Карагинского (Восточная Камчатка) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1981. № 12. С. 137–141.
22. *Витухин Д.И.* Новые находки радиолярий из кайнозойских отложений Восточной Камчатки (о-в Карагинский) и Командорских островов (о-в Беринга) // Радиолярии и биостратиграфия. Свердловск, 1987. С. 25–27.
23. *Витухин Д.И.* Комплексы радиолярий неогеновых отложений Курильских островов (Кунашир, Итуруп) // Кайнозой Дальнего Востока. Владивосток, 1989. С. 206–208.
24. *Витухин Д.И.* Расчленение кайнозоя Дальнего Востока по радиоляриям. М.: Наука, 1993. 104 с.
25. *Витухин Д.И.* Зональные радиоляриевые шкалы кайнозоя бореальной Пацифики и её северо-западного обрамления (история, современное состояние и проблемы) // Пути детализации стратиграфических схем и палеогеографических реконструкций. М.: ГЕОС, 2001. С. 159–168.
26. *Витухин Д.И.* Развитие радиолярий в палеогене Северо-Западной Пацифики // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2010. Т. 18. № 4. С. 92–105.
27. *Витухин Д.И., Орешкина Т.В., Пуцаровский Ю.М., Цуканов Н.В.* Новые данные по геологии острова Итуруп (Курильская островная дуга) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1996. Т. 4. № 6. С. 61–74.
28. Геолого-геофизический атлас Курило-Камчатской островной системы / под ред. К.Ф.Сергеева, М.Л. Красного Л.: ВСЕГЕИ, 1987. 36 с.
29. *Гладенков А.Ю.* Зональная стратиграфия олигоцена и нижнего миоцена Северо-Тихоокеанского региона по диатомеям // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1988. Т. 6. № 2. С. 50–64.
30. *Гладенков А.Ю.* Детальная стратиграфия и морские экосистемы позднего кайнозоя севера Тихоокеанского региона (по диатомеям). М.: ГЕОС, 2007. 296 с.
31. *Гладенков Ю.Б., Сальников Б.А., Баринов К.Б.* и др. Экосистемы кайнозоя Охотоморского региона. Опорный разрез палеогена и неогена Северного Сахалина (п-ов Шмидта): стратиграфия, палеогеография и геологические события.

- М.: ГЕОС, 1999. 132 с.
32. *Гладенков Ю.Б., Синельникова В.Н., Челебаева А.И., Шанцер А.Е.* Биосфера – экосистема – биота в прошлом Земли. Экосистемы кайнозоя Северной Пацифики: Эоцен – олигоцен Западной Камчатки и сопредельных районов (К 100-летию со дня рождения акад. В.В. Меннера) / Труды Геологического института РАН / отв. ред. Ю.Б. Гладенков. М.: ГЕОС, 2005. 480 с.
33. *Гнибиденко Г.С., Быкова Т.Г., Веселов, О.В.* и др. Тектоника Курило-Камчатского глубоководного желоба. М.: Наука, 1980. 178 с.
34. *Догель В.А.* Общая протистология. М.: Советская наука. 1951. 603 с.
35. *Догель В.А., Решетняк В.В.* Материалы по радиоляриям северо-западной части Тихого океана // Исследования дальневосточных морей СССР. Л.- М.: Изд-во АН СССР, 1952. Т. 3. С. 5–35.
36. *Догель В.А., Решетняк В.В.* Подкласс Лучевики – Radiolaria // Атлас беспозвоночных дальневосточных морей СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 31–39.
37. *Догель В.А., Решетняк В.В.* К фауне радиолярий дальневосточных морей // Доклады III конференции по исследованию фауны дальневосточных морей. Л., 1956. С. 72–76. (Тр. пробл. и темат. совещ. ЗИН АН СССР, № 6).
38. *Емельянова Т.А., Костицын Ю.А., Леликов Е.П.* Геохимия вулканитов подводного хребта Витязя на тихоокеанском склоне Курильской островной дуги // Геохимия. 2012. № 3. С. 316–332.
39. *Жидкова Л.С., Бевз В.Е., Неверова Т.И., Шереметьева Г.Н.* Биостратиграфия неогеновых отложений островов Большой Курильской дуги. Северо-Курильский горизонт (нижне-среднемиоценовые отложения островов Кунашир, Итуруп, Уруп, Парамушир) // Известия Сахалинского отделения Географического общества СССР. 1971. Ч. 1. Вып. 2. С. 53–68.
40. *Жидкова Л.С., Бевз В.Е., Неверова Т.И., Шереметьева Г.Н.* Биостратиграфия неогеновых отложений островов Большой Курильской дуги. Среднекурильский горизонт (верхнемиоценовые отложения островов Кунашир, Итуруп, Уруп, Парамушир) // Известия Сахалинского отделения Географического общества СССР. 1972. Ч. 2. Вып. 3. С. 100–212.

41. *Засько Д.Н.* Горизонтальное и вертикальное распределение живых радиолярий на меридиональном разрезе (14°с.ш. – 52° с.ш.) в Северной Атлантике // Радиолярии на рубеже тысячелетий: итоги и перспективы: Материалы 11 Семинара по радиоляриям (г. Санкт-Петербург, 19-24 июня 2000 г.). СПб.-М., 2000. С. 29–30.
42. *Зонова Т.Д., Яхт-Языкова Е.А.* Схема биостратиграфического расчленения маастрихтского яруса острова Шикотан // Нефтегазовая геология. 2009. № 4. С. 1–19.
43. История микропланктона Норвежского моря (по материалам глубоководного бурения). Исследования фауны морей. Вып. XXIII (XXXI) / гл. ред. О.А. Скарлато. Л.: Наука, 1979. 192 с.
44. *Казинцова Л.И.* Радиолярии альба – маастрихта Западного Сахалина // Радиоляриология на рубеже тысячелетий: итоги и перспективы: Сборник трудов XI семинара по радиоляриям. СПб. – М., 2000. С. 31–32.
45. *Козлова Г.Э.* Радиолярии среднего и верхнего миоцена Северного Сахалина // Микрофауна СССР. Л.: Гостоптехиздат, 1960. Сб. 11. С. 307–325. (Тр. ВНИГРИ, вып. 153).
46. *Козлова Г.Э.* Радиолярии палеогена бореальной области России. СПб.: ВНИГРИ, 1999. 314 с.
47. *Козлова Г.Э., Горбовец А.Н.* Радиолярии верхнемеловых и верхнеэоценовых отложений Западно-Сибирской низменности. Л.: Недра, 1966. 158 с.
48. *Корнилова Р.М., Таболякова Л.А.* О составе и возрасте зелёновской свиты острова Шикотан // Геология и магматизм западного обрамления Тихого океана. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979. С. 101–103.
49. *Красилов В.А., Блохина Н.И., Маркевич В.С., Серова М.Я.* Мел – палеоген Малой Курильской гряды. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. 140 с.
50. *Кругликова С.Б.* Радиолярии в поверхностном слое Тихого океана // Тихий океан. Биология. Микрофлора и микрофауна в осадках Тихого океана. М.: Наука, 1969. С. 115–126.
51. *Кругликова С.Б.* Радиолярии в поверхностном слое осадков Охотского моря // Океанология. 1974. Т. 15. Вып. 1. С. 116–122.
52. *Кругликова С.Б.* Радиолярии // Атлас микроорганизмов в донных осадках

- океанов. М.: Наука, 1977. С. 14–21.
53. *Кругликова С.Б.* Характерные черты распределения радиолярий (высоких таксонов) в отложениях Тихого океана и окраинных морей // Ископаемые и современные радиолярии. Л.: Наука, 1979. С. 42–52.
54. *Кругликова С.Б.* Некоторые черты экологии и распространения современных и кайнозойских радиолярий // Систематика, эволюция и стратиграфическое значение радиолярий. М.: Наука, 1981. С. 118–139.
55. *Кругликова С.Б.* Радиолярии (Polycystina) из донных осадков Арктики // Известия АН СССР. М.: Наука, 1988. Сер. геол. Т. 1. С. 92–101.
56. *Кругликова С.Б.* Радиолярии. Распределение видов в поверхностном слое осадков океана // Неоген-четвертичная палеоокеанология. По микропалеонтологическим данным. М.: Наука, 1989. С. 24–34.
57. *Кругликова С.Б.* Структура ассоциаций радиолярий-полицистин на видовом и надвидовом уровне и палеосреда // Современный и ископаемый микропланктон Мирового океана. М.: Наука, 1995. С. 76–89.
58. *Кругликова С.Б.* Радиолярии-Polycystina из донных отложений Мирового океана как биоиндикаторы изменения окружающей среды. М.: ГЕОС, 2013. 231 с.
59. *Кулинич Р.Г., Карп Б.Я., Баранов Б.В.* и др. О структурно-геологической характеристике «сейсмической брешы» в центральной части Курильской островной дуги // Тихоокеанская геология. 2007. Т. 6. № 1. С. 5–19.
60. *Кулинич Р.Г., Валитов М.Г., Прошкина З.Н.* Геофизические поля, блоковая структура и сейсмическая активность Центральных Курил // Тихоокеанская геология. 2012. Т. 31. № 6. С. 35–43.
61. *Кулинич Р.Г., Валитов М.Г., Прошкина З.Н.* Сравнительный анализ сейсмических и плотностных моделей земной коры Центральных Курил // Тихоокеанская геология. 2015. Т. 34. № 6. С. 45–56.
62. *Левыкина И.Е.* Стратиграфия неогеновых отложений северо-западной части Тихого океана по радиоляриям. М.: Наука, 1986. 117 с.
63. *Леликов Е.П., Цой И.Б., Емельянова Т.А.* и др. Геологическое строение подводного хребта Витязя в районе “сейсмической брешы” (тихоокеанский склон Курильской островной дуги) // Тихоокеанская геология. 2008 а. Т. 27. № 2. С. 3–

- 15.
64. *Леликов Е.П., Емельянова Т.А., Баранов Б.В.* Магматизм подводного хребта Витязя (тихоокеанский склон Курильской островной дуги) // *Океанология*. 2008 б. Т. 48. № 2. С. 260–270.
65. *Леликов Е.П., Емельянова Т.А.* Геология и вулканизм подводного хребта Витязя на тихоокеанском склоне Курильской островной дуги // *Океанология*. 2011. Т. 51. № 2. С. 329–34.
66. *Леликов Е.П., Емельянова Т.А.* Геохимия гранитоидов фундамента Курильской островодужной системы // *Геохимия*. 2014. № 8. С. 675–688.
67. *Липман Р.Х.* Позднемеловые радиолярии Западно-Сибирской низменности и Тургайского прогиба // *Материалы по стратиграфии мезо-кайнозоя Тургайского прогиба, Северного Приаралья и Западно-Сибирской низменности*. Л.: Тр. ВСЕГЕИ, 1962. Нов. сер. Т. 77. С. 271–323.
68. *Липман Р.Х.* Руководство по изучению ископаемых радиолярий. М.: Недра, 1979. 126 с.
69. *Липман Р.Х., Буртман Е.С., Хохлова И.А.* Стратиграфия и фауна палеогеновых отложений Западно-Сибирской низменности // *Труды ВСЕГЕИ / отв. ред. Р.Х. Липман*. Л.: ВСЕГЕИ, 1960. Нов. серия. Вып. 28. 231 с.
70. *Литвинов А.Ф., Лопатин Б.В., Крикун Н.Ф.* и др. Стратиграфия палеоген-неогеновых отложений п-ова Озерной (Восточная Камчатка) // *Тихоокеанская геология*. 1990. № 6. С. 68–72.
71. *Ломтев В.Л., Патрикеев В.Н.* Структуры сжатия в Курильском и Японском желобах. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. 141 с.
72. *Мартынов А.Ю., Мартынов Ю.А., Рыбин А.В., Кимура Дж-И.* Роль задуговых процессов в происхождении субдукционных магм: новые данные по изотопии Sr, Nd и Pb в вулканитах ранних этапов формирования о. Кунашир (Курильская островная дуга) // *Геология и геофизика*. 2015. № 3 С. 469–487.
73. *Матуль А.Г.* Четвертичная биостратиграфия и палеоокеанология Охотского моря и других субарктических районов. М.: ГЕОС, 2009. 182 с.
74. *Орешкина Т.В., Витухин Д.И.* Стратиграфия Северного Сахалина по диатомеям и радиоляриям // *Бюл. МОИП. Отд. геол.* 1987. Т. 62. Вып. 3. С. 86–97.

75. *Палечек Т.Н., Барабошкин Е.Ю., Соловьев А.В.* и др. Новые данные о строении и возрасте мезозойских и кайнозойских отложений мыса Хайрюзова (Западная Камчатка) // *Западная Камчатка: геологическое развитие в мезозое*. Институт литосферы, окраинных и внутренних морей, Геологический институт РАН. М.: Научный мир, 2005. С. 77–91.
76. *Палечек Т.Н., Терехов Е.П., Можеровский А.В.* Кампан-маастрихтские радиолярии малокурильской свиты острова Шикотан // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 2008. Т. 16. № 6. С. 76–89.
77. *Петрушевская М.Г.* Радиолярии в донных отложениях Южного полушария // *Океанология*. 1973. Т. 13. Вып. 6. С. 1041–1051.
78. *Петрушевская М.Г.* Биостратиграфия неогеновых донных отложений Антарктики по радиоляриям // *Морская микропалеонтология. Диатомеи, радиолярии, силикофлагеллаты, форминиферы и известковый наннопланктон*. М.: Наука, 1978. С. 82–87.
79. *Петрушевская М.Г.* Радиоляриевый анализ. Л.: Наука, 1986. 200 с.
80. *Петрушевская М.Г., Козлова Г.Э.* Описание родов и видов радиолярий // *История микропланктона Норвежского моря*. Л.: Наука, 1979. С. 77–183.
81. *Пискунов Б.Н.* Геолого-петрологическая специфика вулканизма островных дуг. М.: Наука, 1987. 237 с.
82. *Попова И.М.* Некоторые аспекты палеоокеанологических исследований палеоген-неогеновых бассейнов Южного Сахалина и Восточной Камчатки // *Палеонтолого-стратиграфические исследования фанерозоя Дальнего Востока*. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989 а. С. 63–68.
83. *Попова И.М.* Новое в систематике некоторых Theopiliinae (Radiolaria) // *Палеонтолого-стратиграфические исследования фанерозоя Дальнего Востока*. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989 б. С. 68–77.
84. Происхождение вулканических серий островных дуг. М.: Недра, 1985. 275 с.
85. *Прошкина З.Н., Кулинич Р.Г., Валитов М.Г.* Структура, вещественный состав и глубинное строение океанского склона Центральных Курил: новые детали // *Тихоокеанская геология*. 2017. Т 36. № 6. С. 44–55.
86. *Пушкарь В.С., Черепанова М.В.* Диатомеи плиоцена и антропогена Северной

- Пацифики (стратиграфия и палеоэкология). Владивосток: Дальнаука, 2001. 228 с.
87. *Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А.* Обстановки осадконакопления островных территорий в плейстоцене – голоцене. Владивосток: Дальнаука, 2006. 365 с.
88. *Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Белянина Н.И., Гребенникова Т.А.* Эволюция ландшафтов острова Шикотан в голоцене // Изучение глобальных изменений на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 151–164.
89. *Решетняк В.В.* Вертикальное распределение радиолярий Курило-Камчатской впадины // Труды ЗИН АН СССР. 1955. Т. 21. С. 94–101.
90. *Рунёва Н.П.* Комплексы третичных радиолярий п-ова Камчатка // Систематика и стратиграфическое значение радиолярий. Л.: ВСЕГЕИ, 1975. С. 87–92 (Тр. ВСЕГЕИ, т. 226).
91. *Рунёва Н.П.* Радиолярии миоценовых отложений Тихоокеанского подвижного пояса // Ископаемые и современные радиолярии. Л., 1979. С. 56–64.
92. *Рунёва Н.П.* Радиолярии из опорных разрезов кайнозоя Южного Сахалина и Западной Камчатки // Систематика, эволюция и стратиграфическое значение радиолярий. М.: Наука, 1981. С. 91–95.
93. *Рунёва Н.П., Ушко К.А.* Неогеновые радиолярии Большой Курильской гряды и их стратиграфическое значение // Микрофауна нефтегазоносных районов СССР. Л.: ВНИГРИ, 1984. С. 94–101.
94. *Селивёрстов Н.И.* Строение дна прикамчатских акваторий и геодинамика зоны сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. М.: Научный мир, 1998. 164 с.
95. *Сергеев К.Ф.* Тектоника Курильской островной системы. М.: Наука, 1976. 239 с.
96. *Сергеев К.Ф.* О механизме образования Курильской островной системы // Тихоокеанская геология. 1985. № 1. С. 62–71.
97. *Смирнова О.Л.* Новые данные радиоляриевго анализа о возрасте докайнозойского фундамента подводного хребта Витязя (Курило-Камчатская островная дуга) // Палеонтология, палеобиогеография и палеоэкология: Материалы ЛШ сессии Палеонтологического общества при РАН (г. Санкт-Петербург, 2-6 апреля 2007 г.). СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. С. 115–116.
98. *Терехов Е.П., Цой И.Б., Можеровский А.В., Вагина Н.К.* Плиоценовые отложения

- острова Шикотан (Малая Курильская гряда) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2011. Т. 19. № 3. С. 1–15.
99. *Терехов Е.П., Можеровский А.В., Цой И.Б.* и др. Верхнемеловые и кайнозойские комплексы вулканогенно-осадочных пород подводного хребта Витязя (островной склон Курило-Камчатского желоба) и история его развития // Тихоокеанская геология. 2012. Т. 31. № 3. С. 24–31.
100. *Терехов Е.П., Цой И.Б., Можеровский А.В.* и др. Стратиграфия подводного хребта Витязя (внешняя дуга Курильской островодужной системы) // Океанологические исследования дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана: в 2 кн. / гл. ред. В.А. Акуличев; ТОИ ДВО РАН. Владивосток: Дальнаука, 2013. Кн. 2. С. 111–119.
101. *Точилина С.В.* *Nehacyslia* – новый род *Spirimellaria* из отложений верхнего эоцена Воронежской антеклизы // Вопросы геологии и полезные ископаемые Воронежской антеклизы. Труды ВГУ. Воронеж: ВГУ, 1970. Т. 70. С. 172–177.
102. *Точилина С.В.* Миоценовые радиолярии Японского моря // Палеонтология и стратиграфия кайнозойских отложений Японского и Филиппинского морей. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. С. 108–115.
103. *Точилина С.В.* Биостратиграфия (радиолярии) кайнозойских отложений Берингова моря // Геология Командорской впадины. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 13–28.
104. *Точилина С.В.* Миоцен-плиоценовый рубеж Берингова моря и возвышенности Обручева в Тихом океане // Геологическая история Берингова моря. Владивосток, 1981. С. 70–82.
105. *Точилина С.В.* Биостратиграфия кайнозоя северо-западной части Тихого океана. М.: Наука, 1985. 133 с.
106. *Точилина С.В.* О критериях в таксономии типа *Nassellaria* // Новости палеонтологии и стратиграфии: Вып. 10-11: Приложение к журналу "Геология и геофизика". Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. Т. 49. С. 61–66.
107. *Точилина С.В.* О проблеме границ в неогеновую эпоху // Океанологические исследования дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана: в 2 кн. / гл. ред. В.А. Акуличев; ТОИ ДВО РАН. Владивосток: Дальнаука, 2013. Кн.

2. С. 170–176.
108. *Точилина С.В.* К проблеме этапности развития радиолярий олигоцена – миоцена на примере островного склона Японского желоба // Диверсификация и этапность эволюции органического мира в свете палеонтологической летописи: Материалы LX сессии Палеонтологического общества, посвященной 100-летию со дня рождения академика Б.С. Соколова (г. Санкт-Петербург, 7-11 апреля 2014 г.). СПб., 2014. С. 135–137.
109. *Точилина С.В.* Стратиграфия кайнозоя севера Императорского хребта (горы Детройт, Мейджи по материалам глубоководного бурения) // Геология, геофизика и минеральное сырье Сибири: Материалы 2-й научно-практической конференции (г. Новосибирск, 21-24 апреля 2015 г.). Новосибирск: СНИИГГиМС, 2015. Т. 1. С. 105–106.
110. *Точилина С.В.* Перспектива развития радиоляриевых анализа: методология работы с глубоководными разрезами; радиоляриевая шкала // Фундаментальная и прикладная палеонтология: Материалы LXIV сессии Палеонтологического общества при РАН (г. Санкт-Петербург, 2-6 апреля 2018 г.). СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2018. С. 128–130.
111. *Точилина С.В., Попов В.С.* Корреляционный анализ минерального состава и радиолярий на примере опорного разреза кайнозоя Западно-Тихоокеанской плиты // Доклады АН СССР. 1986. Т. 29. № 2. С. 429–433.
112. *Точилина С.В., Вагина Н.К., Попова И.М., Ремизовский В.И.* Верхний кайнозой Южного Сахалина (по опорным разрезам рек Малый Такой, Бачинская). Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. 76 с.
113. *Точилина С.В., Василенко Л.Н.* Новые данные по стратиграфии островного склона Японского желоба // Тихоокеанская геология. 2014. Т. 33. № 2. С. 15–30.
114. *Точилина С.В., Попова-Голл И.М., Василенко Л.Н.* Переотложение меловых осадков по разрезам г. Детройт и западного склона хребта Витязь // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Сборник научных трудов / под ред. Е.Ю. Барабошкина, В.С. Маркевич, Е.В. Бугдаевой и др. Владивосток: Дальнаука, 2014. С. 312–318.
115. *Точилина С.В., Голл И.М., Губанов Р.Н., Василенко Л.Н.* Радиоляриевый анализ

- для геологического развития верхней террасы островного склона Японского желоба // Современная микропалеонтология: Труды XVI Всероссийского микропалеонтологического совещания (г. Калининград, 24-27 августа 2015 г.). Калининград, 2015. С. 154–158.
116. *Точилина С.В., Голл И.М., Василенко Л.Н., Можеровский А.В.* Особенности геологического строения севера Императорского хребта (по глубоководным разрезам гайотов Детройт и Мейджи // Тихоокеанская геология. 2017. Т. 36. № 5. С. 92–115.
117. *Точилина С.В., Василенко Л.Н.* Значение биометрического анализа для классификации родов *Cycladophora*, *Anthocytis*, *Clathrocyclas*, *Spurioclathrocyclas* и *Podocytis* (тип *Nassellaria*) // Труды Палеонтологического общества. М.: ПИН РАН, 2018 а. Т. 1. С. 166–175.
118. *Точилина С.В., Василенко Л.Н.* Атлас кайнозойских радиолярий северо-запада Тихого океана. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2018 б. 126 с.
119. *Ушко К.А., Долматова Л.М., Баскакова Д.К.* Стратиграфия и корреляция отложений неогена Курило-Камчатской дуги и глубоководных осадков Тихого океана // Геология и полезные ископаемые: Тезисы докладов Шестой научной конференции по проблемам зарубежных стран. М., 1982. С. 45–46.
120. *Федорченко В.И., Родионова Р.И.* Ксенолиты в лавах Курильских островов. Новосибирск: Наука, 1975. 140 с.
121. *Федотов С.А.* О закономерностях распределения сильных землетрясений Камчатки, Курильских островов и северо-восточной Японии // Труды ИФЗ АН СССР. 1965. № 36. С. 66–93.
122. *Федотов С.А.* О сейсмическом цикле, возможности количественного сейсмического районирования и долгосрочном сейсмическом прогнозе // Сейсмическое районирование СССР. М.: Наука, 1968. С. 121–150.
123. *Цой И.Б.* Олигоценные диатомовые комплексы из отложений островного склона Курило-Камчатского желоба // Океанология. 2002. Т. 42. № 2. С. 267–280.
124. *Цой И.Б.* Кайнозойский кремнистый микропланктон осадочного чехла Охотского моря (Курильская котловина) и островного склона Курило-Камчатского желоба // Дальневосточные моря России: в 4 кн. / гл. ред. В.А.

- Акуличев; Тихоокеан. океанол. ин-т им. В.И. Ильичева ДВО РАН. Кн. 3. Геологические и геофизические исследования / отв. ред. Р.Г. Кулинич. М.: Наука, 2007. С. 200–222.
125. *Цой И.Б.* Силикофлагеллаты олигоцена – раннего миоцена подводного хребта Витязя (островной склон Курило-Камчатского желоба) // Альгология. 2011. № 1. С. 111–125.
126. *Цой И.Б.* Зональные комплексы диатомей и силикофлагеллат кайнозойских отложений хр. Витязя (островной склон Курило-Камчатского желоба) // Палеонтология и стратиграфические границы: Материалы LVIII сессии Палеонтологического общества при РАН (г. Санкт-Петербург, 2-6 апреля 2012 г.). СПб.: ВСЕГЕИ, 2012. С. 153–154.
127. *Цой И.Б.* Комплексы диатомей верхнего олигоцена – нижнего миоцена подводного хребта Витязь (островной склон Курило-Камчатского желоба) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2014. Т. 22. № 6. С. 70–83.
128. *Цой И.Б., Шастина В.В.* Кремнистый микропланктон неогена Японского моря (диатомей, радиолярии). Владивосток: Дальнаука, 1999. 241 с.
129. *Цой И.Б., Шастина В.В., Горовая М.Т.* Микрорепалеонтологическая характеристика кайнозойских отложений Кроноцкого залива (Восточная Камчатка) / Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичёва ДВО РАН. Владивосток, 2000. 23 с. Деп. в ВИНТИ № 2638-В00 (17.10.00).
130. *Цой И.Б., Шастина В.В.* Кайнозойский кремнистый микропланктон из отложений Охотского моря и Курило-Камчатского желоба. Владивосток: Дальнаука, 2005. 181 с.
131. *Цой И.Б., Горовая М.Т., Василенко Л.В.* и др. Возраст и условия формирования пород осадочного чехла плато Уллын Японского моря по микрорепалеонтологическим данным // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2017. Т. 25. № 1. С. 85–108.
132. *Цой И.Б., Ващенко Н.Г., Василенко Л.Н.* и др. Стратиграфия и условия формирования осадочного чехла возвышенности Ямато Японского моря // Стратиграфия. Геологическая корреляция (в печати).
133. *Abelmann A.* Freeze-drying simplifies the preparation of microfossils.

- Micropaleontology. 1988. Vol. 34. 361 p.
134. *Abelmann A.* Oligocene to Middle Miocene Radiolarian stratigraphy of Southern High Latitudes from Leg 113, Sites 689 and 690, Maud Rise // Proceedings of the Ocean Drilling Program / Barker P.F. et al. (editors). 1990. Vol. 113. P. 675–708.
135. *Abelmann A., Brathauer U., Gersonde R., Sieger R., Zielinski U.* Radiolarian-based transfer function for the estimation of sea surface temperatures in the Southern Ocean (Atlantic sector) // *Paleoceanography*. 1999. Vol. 14. № 3. P. 410–421.
136. *Alexandrovich J.M.* Radiolarians from Sites 794, 795, 796, and 797 (Japan Sea) // Proc. ODP, Sci. Results, 127/128 (Pt. 1): College Station, TX (Ocean Drilling Program), 1992. P. 291–307.
137. *Bailey J.W.* Notice of microscopic forms found in the soundings of the Sea of Kamtschatka // *The American Journal of Science and Arts*. Second series. 1856. Vol. 22. № 64. 6 p.
138. *Barron J.A., Gladenkov A.Y.* Early Miocene to Pleistocene diatom stratigraphy of Leg 145 // Proc. ODP, Sci. Results, 145: College Station, TX (Ocean Drilling Program) / Rea D.K. et al. (editors). 1995. Vol. 145. P. 3–19.
139. *Bjørklund K.R.* Radiolaria from the Norwegian Sea, Leg 38 of the Deep Sea Drilling Project // Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (U.S. Government Printing Office), 1976. Vol. 38. P. 1101–1168.
140. *Bjørklund K.R.* Radiolaria from the Norwegian Sea, Leg 38 of the DSDP // Initial Rep. of the Deep Sea Drilling Project. Wash.: US Gov. Print. Off., 1977. Vol. 38. P. 1101–1108.
141. *Blueford J.* Distribution of Quaternary radiolarians in the Navarin Basin geologic province, Bering Sea // *Deep-Sea Research*. 1983. Vol. 30. P. 763–781.
142. *Boltovskoy D.* Classification and distribution of South Atlantic Recent polycystine Radiolaria // *Palaeontologia Electronica*. 1998. Vol. 1. № 2. 11 p.
143. *Boltovskoy D., Uliana E., Wefer G.* Seasonal variation in the flux of microplankton and radiolarian assemblage composition in the northeastern tropical Atlantic at 2195 m // *Limnology & Oceanography*. 1996. Vol. 41. P. 615–635.
144. *Campbell A., Clark B.* Radiolaria from Upper Cretaceous of Middle California // *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.* 1944. Vol. 57. P. 1–61.

145. *Carnevale P.* Radiolarie e silicoflagellati de Bergonzano (Reggio Emilia) // Mem. Ist. veneto sci., lett. ed arti. Venezia. 1908. Vol. 28. № 3. P. 1–46.
146. *Chen P.H.* Antarctic Radiolaria // Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Washington, D.C.: U. S. Government Printing Office. 1975. Vol. 28. P. 437–513.
147. *Clark B.L., Campbell A.S.* Eocene radiolarian fauna from the MT. Diablo area, California // Geol. Soc. Amer. Spec. Pap. 1942. № 39. P. 1–112.
148. *Clark B.L., Campbell A.S.* Radiolaria from the Kreyenhagen formation near Los Banos, California // Geological Society of America Mem. 1945. № 10. P. 1–66.
149. *Cleve T.P.* Plankton collected by the Swedish Expedition to Spitzbergen in 1898 // Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, 1899. Vol. 32. № 3. P. 1–51.
150. *Cohen K.M., Finney S.C., Gibbard P.L., Fan J.-X.* The ICS International Chronostratigraphic Chart (2013; updated). 2018. Episodes 36. P. 199–204. URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2018-07.pdf>.
151. *Dreyer F.* Die Pylombildungen in vergleichend-anatomischer und entwicklungsgeschichtlicher Beziehung bei Radiolarien und bei Protisten überhaupt // Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. 1889. T. 23. 138 p.
152. *Dzinoridze R.N., Jousé A.P., Koroleva-Golikova G.S.* et al. Diatom and Radiolarian Cenozoic Stratigraphy, Norwegian Basin; DSDP Leg 38 // Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash.: U.S. Government Printing Office, 1976. Vol. 38. P. 289–427.
153. *Ehrenberg C.G.* Ueber die Bildung der Kreidefelsen und des Kreidemergels durch unsichtbare Organismen // Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1838. P. 59–147.
154. *Ehrenberg C.G.* Ueber eine Halibolithische, von Herrn R. Schomburg entdeckte, vorherrschend aus mikroskopischen Polycystinen gebildete, Gebirgsmasse von Barbados // Monatsber. kgl. Preuss. Akad. Wiss. Berlin, 1847. P. 382–385.
155. *Ehrenberg C.G.* Mikrogeologie. Leipzig, 1854. 374 p.
156. *Ehrenberg C.G.* Über die Tiefgrund-Verhältnisse des Oceans am Eingange der Davisstrasse und bei Island // Monatsberichte der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Jahre, 1861. P. 275–315.
157. *Ehrenberg C.G.* Mikrogeologischen Studien über das kleinste Leben der Meeres-

- Tiefgrunde aller Zonen und dessen geologischen Einfluss // Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1875. P. 131–399.
158. *Foreman H.P.* Radiolaria from the North Pacific, Deep Sea Drilling Project. Leg 32 // Init. Rep. DSDP. 1975. Vol. 32. P. 574–675.
159. *Funayama M.* Miocene radiolarian stratigraphy of the Suzu area, northeastern part of the Noto Peninsula, Japan // Contrib. Inst. Geol. Paleontol. Tohoku Univ., 1988. Vol. 91. P. 15–41.
160. *Goll R.M., Bjørklund K.R.* A new radiolarian biostratigraphy for the Neogene of the Norwegian Sea: ODP Leg 104. // Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, College Station, TX (Ocean Drilling Program), 1989. Vol. 104. P. 697–737.
161. *Haeckel E.* Die Radiolarien (Rhizopoda radiata). Berlin, 1862. 572 p.
162. *Haeckel E.* Report on the Radiolaria collected by the H.M.S. «Glomar Challenger» during the years 1873-1876. Rep. sci. results of the vojage of H.M.S. Challenger during the years 1873-1876 // Zoology. Edinburg, 1887. Vol. 18. Pt. 1, 2. 1803 p.
163. *Haq B.U., Hardenbol J., Vail P.R.* Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic // Science. 1987. Vol. 235. № 4793. P. 1156–1167.
164. *Hays J.D.* Radiolaria and Late Tertiary and Quaternary history of Antarctic seas // Biology of the Antarctic Seas II, American Geophysical Union, Antarctic Research Series. 1965. Vol. 5. P. 125–184.
165. *Hays J.D.* Stratigraphy and evolutionary trends of Radiolaria in North Pacific Deep-Sea sediments // Geological investigations of the North Pacific. Geol. Soc. Am. Mem. 1970. Vol. 126. P. 185–218.
166. *Hull D.M.* Quaternary, Eocene, and Cretaceous radiolarians from the Hawaiian arch, northern equatorial Pacific Ocean // Proc. ODP, Sci. Results, 136: College Station, TX (Ocean Drilling Program), 1993. P. 3–25. 10.2973/odp.proc.sr.136.201.1993
167. *Ishitani Y., Takahashi K.* The vertical distribution of Radiolaria in the waters surrounding Japan // Marine Micropaleontology. 2007. Vol. 65. P. 113–136.
168. *Jørgensen E.G.* The Protist plankton and the diatoms in bottom samples // Hydrographical and Biological investigations in Norwegian Fiords. Bergen Museum Skrifter, 1905. P. 114–141.

169. *Kamikuri S.* New late Neogene radiolarian species from the middle to high latitudes of the North Pacific // *Revue de micropaleontology*. 2010. Vol. 53. № 2. P. 85–106.
170. *Kamikuri S., Nishi H., Motoyama I., Saito S.* Middle Miocene to Pleistocene radiolarian biostratigraphy in the Northwest Pacific Ocean, ODP Leg 186 // *The Island Arc*. 2004. № 13. P. 191–226.
171. *Kamikuri S., Itaki T., Motoyama I., Matsuzaki K.M.* Radiolarian biostratigraphy from middle Miocene to late Pleistocene in the Japan Sea // *Paleontological Research*. 2017. Vol. 21. № 4. P. 397–421.
172. *Kato S., Obuse A.* Radiolarian and dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Amarume oil field, Yamagata Prefecture, Japan // *Bull. of the Mizunami Fossil Museum*. 2013. Vol. 39. P. 73–900.
173. *Kawai H.* Hydrography of the Kuroshio Extension // *Kuroshio: Physical Aspects of the Japan Current*: Seattle (Univ. Washington Press), 1972. P. 235–353.
174. *Kling S.A.* Radiolaria from the eastern North Pacific, Deep Sea Drilling Project, Leg 18 // *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project (U.S. Government Printing Office)*, 1973. Vol. 18. P. 617–671.
175. *Kruglikova S.B.* Data on the distribution of high rank taxa of Polycystina in the bottom sediments and their connection with the environment // *The 12th Meeting of the International Association of Radiolarian Paleontologists. Radiolaria through time. September 14–17, 2009. Programme and Abstracts. Nanjing, China*. P. 319–320.
176. *Kruglikova S.B., Bjørklund K.R., Hammer Ø., Anderson O.R.* Endemism and speciation in the polycystine radiolarian genus *Actinomma* in the Arctic Ocean: Description of two new species *Actinomma georgii* n. sp. and *A. turidae* n. sp. // *Marine Micropaleontology*. 2009. Vol. 72. P. 26–48.
177. *Lazarus D.* Middle Miocene to recent radiolarians from the Weddell Sea, Antarctica, ODP Leg 113 // *Proceedings of the Ocean Drilling Program*, 1990. Vol. 113. P. 709–727.
178. *Lazarus D.B., Faust K., Popova-Goll I.* New species of prunoid radiolarians from the Antarctic Neogene // *Journal of Micropaleontology*. 2005. Vol. 24. № 2. P. 97–121.
179. *Ling H.Yi.* Polycystine radiolaria and silicoflagellates from surface sediments in the Sea of Okhotsk // *Bull. Geol. Surv. Taiwan*. 1974. Vol. 24. P. 1–11.

180. *Ling H.Yi*. Radiolaria: Leg 31 of the Deep Sea Drilling Project // Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Leg 31. Texas A & M University, Ocean Drilling Program, College Station, TX, United States. 1975. Vol. 31. P. 703–761.
181. *Ling H.Yi*. Radiolarians from the Sea of Japan: Leg 128 // Proc. ODP, Sci. Results, 127/128. College Station, TX (Ocean Drilling Program). 1992. Vol. 127/128. Pt. 1. P. 225–236.
182. *Ling H.Yi., Stadum C.J., Welch M.L.* Polycystine radiolaria from Bering Sea surface sediment // Proc. II Planktonic conf. Roma. 1970. P. 705–729.
183. *Lombari G., Lazarus D.B.* Neogene cycladophorid radiolarians from North Atlantic, Antarctic, and North Pacific deep-sea sediments // *Micropaleontology*. 1988. Vol. 34. № 2. P. 97–135.
184. *Matsuoka A.* Late autumn living radiolarian fauna from sub-tropical surface waters in the East China Sea off Sesoko Island, Okinawa, southwest Japan // *News of Osaka Micropaleontologists (NOM)*, 2009. Special Volume, № 14. P. 11–29.
185. *Moore T.G.* Radiolarian stratigraphy, Leg 138 // *Proceedings of the Ocean Drilling Program. Scientific Results*. Ocean Drilling Program, College Station, TX. 1995. Vol. 138. P. 191–232.
186. *Morley J.J.* Radiolarians from the Northwest Pacific, Deep Sea Drilling Project Leg 86 // *Initial Rep. DSDP / Heath G.R. et al. (editors)*. 1985. Vol. 86. P. 399–422.
187. *Morley J.J., Schackleton N.J.* Extension of the radiolarian *Stylatractus universus* as a biostratigraphic datum to the Atlantic Ocean // *Geology*. 1978. Vol. 6. P. 309–311.
188. *Morley J.J., Nigrini C.* Miocene to Pleistocene radiolarian biostratigraphy of North Pacific sites 881, 884, 885, 886 and 887 // *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, College Station, TX [Ocean Drilling Program], 1995. Vol. 145. P. 55–91.
189. *Motoyama I.* Late Neogene radiolarian biostratigraphy in the subarctic Northwest Pacific // *Micropaleontology*. 1996. Vol. 42. № 3. P. 221–262.
190. *Motoyama I.* Origin and evolution of *Cycladophora davisiana* Ehrenberg (Radiolaria) in DSDP Site 192, Northwest Pacific // *Marine Micropaleontology*. 1997. Vol. 30. P. 45–63.
191. *Motoyama I., Iwai M., Saito M.* Radiolarians from Neogene and Quaternary sediments

- of Rishiri Island, Hokkaido, Japan // News of Osaka Micropaleontologists (NOM). 2009. Special № 14. P. 109–115.
192. *Motoyama I., Kamikuri S., Tuzino T.* et al. Radiolarians from rock samples recovered from the Kuro-shio submarine canyon // Bull. Geol. Surv. Japan. 2010. Vol. 61. P. 87–103.
193. *Nakaseko K.* Miocene radiolarian fossil assemblage from the southern Tojama Prefecture in Japan // Science Reports, College of General Education, Osaka University. 1955. № 4. P. 65–127.
194. *Nakaseko K.* Neogene Cyrotoidea (Radiolaria) from the Isozaki Formation in Ibaraki Prefecture, Japan // Science Reports, College of General Education, Osaka University. 1963. Vol. 12. № 2. P. 165–208.
195. *Nakaseko K.* On some species of the genus *Thecosphaera* from the Neogene formations, Japan // Science Reports, College of General Education, Osaka University, 1971. Vol. 20. № 2. P. 59–66.
196. *Nakaseko K., Sugano K.* Neogene radiolarian zonation in Japan // Geol. Soc. Japan, Mem. 1973. № 8. P. 23–34.
197. *Nigrini C., Sanfilippo A.* Cenozoic radiolarian stratigraphy for low middle latitudes with descriptions of biomarkers and stratigraphically usefull species // ODP Technocal Note 27. 2001. P. 1–495.
198. *Nigrini C.* Tropical Cenozoic Artostrobbiidae (Radiolaria) // Micropaleontology. 1977. Vol. 23. P. 241–269.
199. *Nishimura A, Nakaseko K.* Characterization of radiolarian assemblages in the surface sediments of the Antarctic Ocean // Palaeoworld. 2011. Vol. 20. P. 232–251.
200. *Petrushevskaya M.G.* Cenozoic radiolarians of the Antarctic, Leg 29 DSDP // Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (U.S. Govt. Printing Office), 1975. Vol. 29. P. 541–675.
201. *Popofsky A.* Die Radolarien der Antarktıs // Deutsche Südpolar-Expedition, 1901-1903. Bd 10. Zoologie. Bd 3. Berlin, 1908. P. 185–305.
202. *Popova I.M.* Significance and paleoecological interpretations of the Early-Middle Miocene radiolarians from South Sakhalin, Russia. // Micropaleontology. 1993. Spec. Publication. California. № 6. P. 161–174.

203. *Popova-Goll I.M., Goll R.M.* Cenozoic radiolaria biostratigraphy of Hole 1223A in the North Pacific: ODP Leg 200 // Proc. ODP, Sci. Results, Ocean Drilling Program, College Station, TX, 2006. Vol. 200. P. 1–26.
204. *Reynolds R.* Radiolarians from the western north Pacific, Leg 57, DSDP // Initial Reports of DSDP. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. Vol. 56, 57. Pt. 2. P. 735–769.
205. *Sakai T.* Radiolarians from Sites 434, 435 and 436, Northwest Pacific, Leg 56, Deep Sea Drilling Project // Init. Repts. DSDP, Wash. (U.S. Govt. Printing Office). 1980. Vol. 56/57. Pt. 2. P. 695–733.
206. *Sanfilippo A., Riedel W.R.* Post-Eocene "closed" theoperid radiolarians // *Micropaleontology*. 1970. Vol. 16. №. 4. P. 446–462.
207. *Sawamura K., Otowa K.* Silicoflagellates flora in calcareous concretions found in Cretaceous and Tertiary of Japan // *Bulletin Geological Survey of Japan*. 1979. № 30. P. 51–56.
208. *Shilov V.V.* Miocene-Pliocene radiolarians from Leg 145, North Pacific // *Proceedings of the Ocean Drilling Program. Scientific Results, College Station, TX [Ocean Drilling Program]*. 1995 a. Vol. 145. P. 93–116.
209. *Shilov V.V.* Eocene-Oligocene radiolarians from Leg 145, North Pacific // *Proceedings of the Ocean Drilling Program. Scientific Results, College Station, TX [Ocean Drilling Program]*. 1995 b. Vol. 145. P. 117–132.
210. *Stöhr E.* Die Radiolarienfauna der Tripoli von Grotte, Provinz Girgenti in Sicilien // *Paleontographica*. 1880. Vol. 26 (ser. 3, v. 2). P. 69–124.
211. *Sugiyama K., Furutani H.* Middle Miocene radiolarians from the Oidawara Formation, Mizunami Group, Gifu Prefecture, central Japan // *Bull. Mizunami Fossil Mus.* 1992. Vol. 19. P. 199–213.
212. *Tada R., Murray R.W., Alvarez Zarikian C.A.* et al. Site U1426 // *Scientist Proceedings of IODP. College Station. TX.* 2015. Vol. 346. P. 1–113.
213. *Takahashi K.* Radiolaria: flux, ecology, and taxonomy in the Pacific and Atlantic // *Ocean Biocoenosis*. Woods Hole Oceanographic Institution Press, 1991. Series № 3. 303 p.
214. *Takemura A.* Radiolarian Paleogene biostratigraphy in the southern Indian Ocean, Leg

- 120 // Proceedings Ocean Drilling. Program. Scientific Results Leg 120: College Station, TX [Ocean Drilling Program], 1992. P. 735–756.
215. *Tochilina S.V.* The Oligocene – Miocene boundary at the juncture of the Japan and Kuril Island arcs // Fifth International Congress on Pacific Neogene stratigraphy and IGCP-246, Japan, 1991. P. 114–115.
216. *Tochilina S.V.* Radiolarian analysis for the chronostratigraphy of the Japan Trench // Marine environmental and resources in XXI century: Abstracts of the 2nd Russia – China Symposium on Marine Science (10-13 October, 2012, Vladivostok, Russia). Vladivostok: FEB RAS, 2012. P. 178–180.
217. *Yoshida S.* Planktonic Foraminifera from the Paleocene Kiritappu Formation and its biostratigraphic significance: Contribution to celebrate Prof. Ichiro Hayasakas 76-th Birthday, 1976. P. 85–90.
218. *Zachos J.C., Shackleton N.J., Revenaugh J.S.* et al. Climate response to orbital forcing across the Oligocene-Miocene boundary // *Science*. 2001. Vol. 292. № 5515. P. 274–278.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

Collodaria

Acrosphaera cf. *spinosa* (Haeckel) (= *Collosphaera spinosa*: Haeckel, 1862, p. 536, pl. 34, figs. 12, 13) sensu Haeckel, 1887, p. 100 (**табл. X, фиг. 1, 2**).

Collosphaera bergontianus (Carnevale) (= *Cenellipsis bergontianus*: Carnevale, 1908, p. 19, Tav. III, Fig. 5) (**табл. VI, фиг. 2**).

Collosphaera huxleyi Müller: Haeckel, 1862, p. 534, Taf. XXXIV, Figs. 1-11 (**табл. VI, фиг. 1**).

Collosphaera pyloma Reynolds: Reynolds, 1980, p. 761, pl. 1, figs. 5-9.

Spumellaria

Acanthosphaera cf. *castanea* Haeckel: Haeckel, 1887, p. 211, pl. 26, fig. 3 (**табл. IV, фиг. 8**).

Actinomma aculeatum Stohr: Stohr, 1880, Taf. II, Fig. 11 (**табл. VIII, фиг. 4, 5**).

Actinomma aequorea Ehrenberg: Stohr, 1880, Taf. II, Fig. 4.

Actinomma boreale Cleve: Cleve, 1899, p. 26, pl. 1, figs. 5a-c (**табл. X, фиг. 7**).

Actinomma holtedahli Bjørklund: Bjørklund, 1976, pl. 20, figs. 8, 9.

Actinomma hootsi Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, pl. 2, fig. 5 (**табл. IV, фиг. 6**).

Actinomma sexaculeatum (Stohr): Stohr, 1880, Taf. I, Fig. 8 (**табл. III, фиг. 9**).

Amphisphaera cristata Carnevale: Carnevale, 1908, p. 14, Tav. II, Fig. 7.

Amphistylus gladiusiacus Vasilenko sp. nov. (в печати «Палеонтологического журнала») (**табл. I, фиг. 1**).

Amphitholus aff. *acanthometra* Haeckel: Haeckel, 1887, p. 667, pl. 10, figs. 5-6.

Amphymenium amphistylium Haeckel: Haeckel, 1887, p. 520, pl. 44, fig. 9.

Amphymenium splendiararmatum Clark et Campbell: Clark, Campbell, 1942, p. 46, pl. 1, fig. 12 (**табл. III, фиг. 10**).

Carposphaera magnaporulosa Clark et Campbell: Clark, Campbell, 1942, p. 21, pl. 5, figs. 15, 17, 21, 23 (**табл. VI, фиг. 14**).

Carposphaera rara Carnevale: Carnevale, 1908, p. 8, Tav. I, Fig. 4 (**табл. I, фиг.**

7).

Cenosphaera cf. favosa Haeckel: Haeckel, 1887, p. 62, pl. 12, fig. 10.

Cenosphaera compacta Haeckel: Haeckel, 1887, p. 65, pl. 12, fig. 7.

Cenosphaera jenkinsi Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 9, pl. 1, figs. 2-4.

Cenosphaera subtilis Carnevale: Carnevale, 1908, p. 7, Tav. I, Fig. 2.

Cromydruppcarpus cf. esterese Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 20, pl. 2, fig. 27.

Cromyechinus antarctica (Dreyer): (= *Prunopyle antarctica*: Dreyer, 1889, p. 135, Taf. V, Fig. 75) **(табл. X, фиг. 10).**

Cromyomma villosum Haeckel: Haeckel, 1887, p. 261, pl. 30, fig. 2.

Doryphacus bergontianus Carnevale: Carnevale, 1908, p. 22, Taf. III, Fig. 14.

Druppatractus irregularis Popofsky: Popofsky, 1912, p. 114-115, text figs. 24-26 **(табл. VI, фиг. 7).**

Druppatractus ostracion Haeckel: Haeckel, 1887, p. 326, pl. 16, figs. 8, 9.

Druppatractus pierinae (Clark et Campbell) (*Lithatractus pierinae*: Clark et Campbell, 1942, p. 34, pl. 5, fig. 25) **(табл. VI, фиг. 3, 4).**

Druppatractus polycentrus Clark et Campbell: Clark et Campbell, 1942, p. 35, pl. 5, fig. 19 **(табл. IV, фиг. 3; табл. VI, фиг. 5, 6).**

Echinomma leptodermum Jörgensen: Jörgensen, 1905, p. 116, pl. 8, figs. 33a, b **(табл. X, фиг. 8).**

Echinomma delicatulum (Dogiel) (= *Heliosoma delicatulum*: Dogiel, 1952, p. 7-8, fig. 2) **(табл. X, фиг. 5).**

Ellipsoxiphus chabakovi Липман: Липман, 1960, табл. X, фиг. 10.

Haliometta miocenica (Campbell et Clark): Campbell, Clark, 1944, p. 16, pl. 2, figs. 10-14 **(табл. IV, фиг. 7; табл. VI, фиг. 11а, б).**

Haliomma medusa Ehrenberg: Ehrenberg, 1854a, Taf. XXII, Fig. 33 **(табл. VI, фиг. 12, 13).**

Haliomma nobile Ehrenberg: Ehrenberg, 1875, Taf. XXVII, Fig. 6 **(табл. III, фиг. 5-7).**

Haliomma oculatum Ehrenberg: Ehrenberg, 1875, Taf. XXVIII, Fig. 2 (**табл. III, фиг. 1-4**).

Haliomma opertum Ehrenberg: Ehrenberg, 1875, Taf. XXVIII, Fig. 5.

Heliodiscus siculus Stohr: Stohr, 1880, p. 92, Taf. II, Fig. 11 (**табл. I, фиг. 9**).

Heliosoma mirabile Clark et Campbell: Clark et Campbell, 1945, p. 18, pl. 3, figs. 1, 2 (**табл. I, фиг. 8**).

Helotholus cf. *vema* Hays: Hays, 1965, p. 176, pl. 2, fig. 3.

Heterocantha dentata Mast: Mast, 1910, p. 159, pl. 37, fig. 47.

Hexacantium pachydermum Jörgensen: Jörgensen, 1905, p. 115, pl. 8, figs. 31a, b.

Hexacantium subtile Carnevale: Carnevale, 1908, Tav. II, Fig. 15 (**табл. VIII, фиг. 9-11**).

Hexacyclia ex gr. *formosum* Tochilina: Точили́на, 1970, с. 172, рис. 2, 3 (**табл. I, фиг. 5**).

Hexalonche aristarchi Haeckel: Haeckel, 1887, p. 185, pl. 22, fig. 3 (**табл. VIII, фиг. 7, 8**).

Hexalonche octahedra Haeckel: Haeckel, 1887, p. 181, pl. 22, fig. 8 (**табл. IV, фиг. 9**).

Hexalonche philosophica Haeckel: Haeckel, 1887, p. 186, pl. 22, fig. 4.

Hexastylus minimus Haeckel: Haeckel, 1887, p. 172, pl. 21, fig. 5.

Hexastylus triaxonius Haeckel: Haeckel, 1887, p. 175, pl. 21, fig. 2.

Larcopyle bütschlii Dreyer: Dreyer, 1889, Taf. V, Fig. 70 (**табл. IV, фиг. 16-18; табл. VI, фиг. 18**).

Larcopyle labyrinthosa Lazarus, Faust, Popova-Goll: Lazarus et al., 2005, p. 111, pl. 5, figs. 14-24 (**табл. IV, фиг. 10; табл. VIII, фиг. 12**).

Larcopyle nebulum Lazarus, Faust, Popova: Lazarus et al., 2005, p. 111, pl. 5, figs. 1-13.

Larcopyle polyacantha amplissima Lazarus, Faust, Popova: Lazarus et al., 2005, p. 111, pl. 4, fig. 1 (**табл. IV, фиг. 14**).

Lithatractus timmsi Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 8, pl. 2, fig. 18.

Lithelius alveolina Haeckel: Haeckel, 1862, p. 520, Taf. XXVII. Figs. 8, 9.

Lithelius minor Jörgensen F.A: Jörgensen, 1899, p. 65, Taf. V, Fig. 24.

Lithelius aff. *minor* Jorgensen F.B: Jörgensen, 1899, p. 65, Taf. V, Fig. 24.

Lithelius nautiloides Popofsky: Popofsky, 1908, p.230, Taf. XXVII, Figs. 2-4

(табл. I, фиг. 10).

Ommatodiscus aff. *simonellii* Carnevale: Carnevale, 1908, p. 24, Tav. IV, Fig. 7.

Ommatodiscus pantanelii Carnevale: Carnevale, 1908, p. 24, Tav. IV, Fig. 6.

Ommatodiscus spiralis Dreyer: Dreyer, 1889, p. 133, Taf. IV, Fig. 60.

Pentactinosphaera hokurikuensis (Nakaseko) (= *Melittosphaera hokurikuensis*: Nakaseko, 1955, p. 70, pl. 1, figs. 7a, b).

Perichlamidium limbatum Ehrenberg: Ehrenberg 1854, Taf. XXII, Fig. 20.

Plectacantha aff. *oikiskos* Jorgensen: Jörgensen, 1905, p. 131-132; Taf. XIII, Figs. 50-58.

Porodiscus ellipticus Carnevale: Carnevale, 1908, p. 23, Tav. IV, Fig. 4 **(табл. IV, фиг. 19).**

Prunopyle occidentalis Clark et Campbell: Clark, Campbell, 1942, p. 35, pl. 5, figs. 27a, b.

Prunopyle prunoides Dreyer: Dreyer, 1889, p. 130, Taf. II, Fig. 25.

Prunopyle solida Dreyer: Dreyer, 1889, p. 130, Taf. II, Fig. 29 **(табл. I, фиг. 13а, б).**

Prunopyle titan Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 20, pl. 3, figs. 1-3 **(табл. IV, фиг. 13).**

Rhozoplegma boreale Cleve (= *Hexadoras borealis*: Cleve, 1899, pl. 2, figs. 4a, b) sensu Jørgensen, 1905, p. 118, pl. 9, fig. 38; pl. 10, fig. 38 **(табл. X, фиг. 6).**

Sphaeropyle langii Dreyer: Dreyer, 1889, p. 133, Taf. IV, Fig. 54.

Sphaeropyle robusta Kling: Kling, 1973, p. 634, pl. 13, figs. 4, 5.

Sphaeropyle walteri (Dreyer): Dreyer, 1889, p. 131, Taf. II, Fig. 36.

Sphaeropyle weissenbornii Dreyer, 1889, p. 133, Taf. IV, Fig. 55.

Spirema ex gr. *solaria* (= *Lithelius solaris*: Haeckel, 1887, p. 695, pl. 49, fig. 2).

Spirema melonia Haeckel: Haeckel, 1887, p. 692, pl. 49, fig. 1 **(табл. VIII, фиг. 18; табл. X, фиг. 11).**

Spiromultitunica circumflexa Tochilina et Popova: Tochilina, 1985, с. 102, табл. III, фиг. 4, 4а.

Spirotunica elliptica (Dreyer): Dreyer, 1889, p. 133, Taf. IV, Fig. 61 (**табл. IV, фиг. 12**).

Spirotunica polyacantha (Campbell et Clark): Campbell, Clark, 1944, p. 30, pl. 5, fig. 6 (**табл. VI, фиг. 15-17**).

Spirotunica haackeii (Dreyer): Dreyer, 1889, p. 130, Taf. II, Fig. 26 (**табл. I, фиг. 12а, б**).

Spirotunica irregularis (Dreyer) (= *Ommatodiscus irregularis*: Dreyer, 1889, p. 133, Taf. IV, Fig. 62) (**табл. VIII, фиг. 20, 21**).

Spirotunica spiralis (Haeckel) (= *Lithelius spiralis*: Haeckel, 1862, Taf. XXVII, Fig. 7) (**табл. X, фиг. 12**).

Spongasteriscus cruciferus Clark et Campbell: Clark et Campbell, 1942, p. 50, pl. 1, fig. 6 (**табл. I, фиг. 11**).

Spongocore puer Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 22, pl. 3, figs. 7-9 (**табл. VI, фиг. 23**).

Spongodiscus biconcavus Haeckel: Haeckel, 1887, p. 577, not figure, sensu Popofsky, 1912, p. 143, Taf. VI, Fig. 2.

Spongodiscus communis Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 47, pl. 3, figs. 1, 4.

Spongodiscus gigas Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 67, pl. 4, fig. 1.

Spongodiscus resurgens Ehrenberg: Ehrenberg 1854, p. 21 Taf. XXXVB, Fig. 16.

Spongoprimum markleyense ovum Clark et Campbell: Clark, Campbell, 1942, p. 37, pl. 4, fig. 5.

Spongopyle osculosa Dreyer: Dreyer, 1889, p. 137, Taf. VI, Fig. 100.

Spongopyle setosa Dreyer: Dreyer, 1889, p. 137, Taf. VI, Fig. 97 (**табл. VI, фиг. 24**).

Spongotrochus craticulatus Stohr: Stohr, 1880, p. 118, Taf. VI, Fig. 12 (**табл. III, фиг. 11**).

Spongotrochus glacialis Popofsky: Popofsky, 1908, p. 228, Taf. XXVI, Fig. 8

(табл. X, фиг. 16).

Spongurus bilobatus Clark et Campbell: Clark, Campbell, 1942, p. 36, pl. 1, figs. 7, 9 **(табл. IV, фиг. 20).**

Spongurus pylomaticus Riedel: Riedel, 1958, p.226, pl.1, figs. 10, 11 **(табл. X, фиг. 14).**

Stauroidictya medusa Haeckel: Haeckel, 1887, p. 506, pl. 42, fig. 3.

Staurolonche aculeata Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 13, pl. 2, figs. 2, 3 **(табл. VIII, фиг. 4, 5).**

Streblacantha circumtexta (Jorgensen): Jörgensen, 1905, p. 121; pl. XI-XII, figs. 46 a-1 **(табл. X, фиг. 13).**

Stylocontarium aquilonium (Hays) F.1 (= *Druppatractus aquilonium*: Hays, 1970, p. 214, pl. 1, fig. 4) sensu Morley, Nigrini, 1995, pl. 3, fig. 4.

Stylocontarium aquilonium (Hays) F.2 (= *Druppatractus aquilonium*: Hays, 1970, p. 214, pl. 1, fig. 5) sensu Morley, Nigrini, 1995, pl. 3, figs. 1, 2.

Stylocontarium bispiculum Popofsky: Popofsky, 1912, p. 114-115, Taf. II, Fig. 2.

Stylatractus neptunus Haeckel: Haeckel, 1887, p. 328, pl. 17, fig. 6.

Stylatractus universus Hays: Hays, 1970, p. 215, pl. 1, figs. 1, 2.

Stylochlamidium venustum Bailey (= *Perichlamidium venustum*: Bailey, 1856, p. 5, pl. 1, fig. 16).

Stylodictya camerina Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 26, pl. 3, fig. 18.

Stylodictya ornata Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 26, pl. 3, fig. 20.

Stylodictya stellata Bailey: Bailey, 1856, p. 5, pl. 1, fig. 20 **(табл. VI, фиг. 21, 22).**

Stylodictya validispina Jörgensen: Jörgensen, 1905, p. 119, Taf. X, Figs. 40 a, b **(табл. VIII, фиг. 23; табл. X, фиг. 15).**

Stylosphaera angelina Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 12, pl. 1, figs. 14-20 **(табл. IV, фиг. 4).**

Stylosphaera irinae (Lipman) (= *Xiphosphaera irinae*: Липман и др., 1960, с. 75, табл. X, фиг. 6 **(табл. I, фиг. 3).**

Stylosphaera liostylus Ehrenberg: Ehrenberg, 1875, Taf. XXV, Fig. 2.

Stylosphaera lithatractus Haeckel: Haeckel, 1887, p. 137, pl. 16, fig. 4.

Stylosphaera minor minor Clark et Campbell: Clark et Campbell, 1942, p. 27, pl. 5, fig. 1 (**табл. I, фиг. 2**).

Stylotrachus bipedius Vasilenko sp. nov. (в печати «Палеонтологического журнала») (**табл. X, фиг. 18, 19**).

Stylotrachus sol Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 28, pl. 4, fig. 10.

Stylotrachus tripedius Vasilenko sp. nov. (в печати «Палеонтологического журнала») (**табл. X, фиг. 17**).

Styptosphaera sputacea Haeckel: Haeckel, 1887, p. 87 emend Nigrini, 1970, p. 167, pl. 1, figs. 7-8.

Thecosphaera concentrica Nakaseko: Nakaseko, 1971, p.61, pl.1, figs. 6a, b.

Thecosphaera cf. *paroniana* Carnevale: Carnevale, 1908, p. 9, Tav. I, Fig. 8.

Thecosphaera greccoi Vinassa: Vanassa de Regni, 1900, p. 568, pl. 1, fig. 8.

Thecosphaera japonica Nakaseko: Nakaseko, 1971, p.61, pl.1, figs. 3a, b.

Thecosphaera miocenica Nakaseko: Nakaseko, 1971, p.61, pl.1, figs. 1a, b.

Thecosphaera pseudojaponica Nakaseko: Nakaseko, 1971, p.62, pl.1, figs 8a, b (**табл. X, фиг. 9**).

Thecosphaera tochiensis Nakaseko: Nakaseko, 1971, p. 62, pl. 1, figs. 5a, b.

Thecosphaerella tochilinae Vasilenko sp. nov. (в печати «Палеонтологического журнала») (**табл. I, фиг. 6**).

Tholospyra cervicornis Haeckel: Haeckel, 1887, p. 700, pl. 49, fig. 5.

Xiphatractus radiosus (Ehrenberg) (= *Stylosphaera radiosa*: Ehrenberg, 1854a, p. 256; 1875, Taf. XXIV, Fig. 5 (**табл. I, фиг. 4**)).

Xiphatractus santaennae (Campbell et Clark) (= *Stylosphaera santaennae*: Campbell, Clark, 1944, p. 19, pl. 2, figs. 20-22) (**табл. IV, фиг. 2; табл. VIII, фиг. 1**).

Xiphatractus sulcatus (Ehrenberg) (= *Stylosphaera sulcata*: Ehrenberg, 1875, Taf. XXIV, Fig. 6).

Xiphostylus cf. *alcedo* Haeckel: Haeckel, 1887, p. 127, pl. 13, fig. 4.

Nassellaria

Androspyris aff. *reticulidisca* Takahashi: Takahashi, 1991, p. 105, pl. 30, figs. 12-14.

Anthocyrrhis ehrenbergi Stohr: Stohr, 1880, p. 100, Taf. III, Figs. 21 a, b (**табл. IX, фиг. 4-6**).

Ariadnella numerosa Tochilina: Точилина, 2008, с. 63, табл. 1, фиг. 10-13.

Bathrocalpis (?) *campanula* Clark et Campbell: Clark et Campbell, 1942, p. 64, pl. 9, fig. 27.

Bathropyramis ramosa Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1161, pl. 54, fig. 4.

Botryopera aff. *oceanica* Ehrenberg: Ehrenberg, 1872, pl. 4, fig. 21.

Botryopera equiceps (Campbell et Clark) (= *Dictyocephalus equiceps*: Campbell, Clark, 1944, p. 46, pl. 6, fig. 15).

Botryopera triloba (Ehrenberg): Ehrenberg, 1854, Taf. XXII, Fig. 30 (**табл. V, фиг. 18**).

Botryopyle cribrosa (Ehrenberg) (= *Lithobotrus cribrosa*: Ehrenberg, 1875, p. 76, Taf. III, Fig. 20).

Botryosrtobus aquilonaris (Bailey): (= *Eucyrtidium aquilonaris*: Bailey, 1856, p. 4, pl. 1, fig. 9 (**табл. XI, фиг. 9**)).

Botryosrtobus bramlettei Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 53, pl. 7, figs. 10-14.

Botryostrobis auritus (Ehrenberg) (= *Eucyrtidium auritum*: Ehrenberg, 1854, Taf. XXII, Fig. 25 (**табл. XI, фиг. 10**)).

Ceratocyrtis robustus Bjorklund: Bjorklund, 1976, p. 1125, pl. 17, figs. 6-10 (**табл. III, фиг. 12а, б**).

Ceratospyris borealis Bailey: Bailey, 1856, p. 3, pl. 1, fig. 3 (**табл. XI, фиг. 16, 17**).

Cladoscenium tricolpium (Haeckel) (= *Euscenium tricolpium*: Haeckel, 1887, p. 1147, pl. 53, fig. 12).

Clathrocyclas cf. *bicornis helios* (Lombardi et Lazarus) (= *Cycladophora bicornis helios*: Lombardi, Lazarus, 1988, p. 114, pl. 5, figs. 1-8 (**табл. IX, фиг. 7, 8а, б**)).

Clathrocyclas ochotica (Vitukhin) (= *Cycladophora ochotica*: Витухин, 1993, с. 81, табл. XXVI, фиг. 2).

Clathrocycloma cosma cosma (Lombardi et Lazarus) (= *Cycladophora cosma cosma* Lombardi, Lazarus, 1988, p. 104, pl. 1, figs. 1-4 (табл. V, фиг. 16; табл. VII, фиг. 20)).

Cornutella annulata Bailey: Bailey, 1856, p. 3, pl.1, fig. 5 (табл. V, фиг. 8).

Cornutella bimarginata (Haeckel) (= *Sethoconus bimarginatus*: Haeckel, 1887, p. 1295, pl. 54, fig. 12 (табл. VII, фиг. 13)).

Cornutella hexagona Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1180, pl. 54, fig. 9.

Cornutella orthoceras (Haeckel) (= *Sethoconus orthoceras*: Haeckel, 1887, p. 1294, pl. 54, fig. 11 (табл. V, фиг. 1, 2)).

Corocalyptra craspedota (Jørgensen) (= *Clathrocyclas craspedota*: Jørgensen, 1905, p. 139, pl. XVII, figs. 98-100).

Cycladophora davisiana Ehrenberg: Ehrenberg, 1873, p. Taf. II, Fig. 11 (табл. XI, фиг. 13-15).

Cyrtocapsa cornuta Haeckel: Haeckel, 1887, S. 1513, Taf. 78, Fig. 9.

Cyrtocapsa meta (Stöhr) (= *Lithocampe meta*: Stöhr, 1880, p. 103, Taf. IV, fig. 4) (табл. IX, фиг. 18-20).

Cyrtocapsa tetrapera Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1512, pl. 78, fig. 5 (табл. V, фиг. 17).

Cyrtocapsa subconica Nakaseko: Nakaseko, 1955, p. 120, pl. XI, fig. 9 a, b.

Cyrtocapsella isopera Chen: Chen, 1975, p. 460, pl. 11, figs. 7-9.

Cyrtopera laguncula Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1451, pl. 75, fig. 10 (табл. III, фиг. 20; табл. V, фиг. 4; табл. VII, фиг. 14, 15).

Dendrospyrus (?) *sakaii* Sugiyama et Furutani: Sugiyama, Furutani, 1992, p. 205, pl. 20, figs. 4a-4c (табл. VII, фиг. 26).

Dendrospyrus cf. *haysi* Chen: Chen, 1975, p. 455, pl. 15, figs. 3-5.

Dendrospyrus suganoi Sugiyama et Furutani: Sugiyama, Furutani, 1992, p. 204, pl. 20, figs. 6a-6c (табл. V, фиг. 14).

Dictyoceras virchowii Haeckel: Haeckel, 1862, p. 333, Taf. VIII, Figs. 1-5.

Dictyophimus (?) aff. *callosus* Petrushevskaya: Петрушевская, 1979, с. 110, рис. 256 (табл. II, фиг. 10, 11).

Dictyophimus aff. *longipes* Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1197, pl. 61, fig. 3.

Dictyophimus hertwigii Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1201, pl. 60, fig. 3 (табл. V, фиг. 6).

Dictyophimus tripus Haeckel: Haeckel, 1862, p. 306, Taf. VI, Fig. 1.

Dictyophimus triserratus Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1200, pl. 61, fig. 17.

Diplocyclas cornuta (Bailey) (= *Halicalyptra* (?) *cornuta*: Bailey, 1856, p. 5, pl. 1, figs. 13, 14.

Eucecryphalus clinatus Takahashi: Takahashi, 1991, p. 111, pl. 35, figs. 1, 2.

Eucoronis nephrospyris Haeckel: Haeckel, 1887, p. 977, pl. 82, fig. 5.

Eucyrtidium acuminatum Ehrenberg: Ehrenberg, 1854, Taf. XXII, Fig. 27.

Eucyrtidium asanoi Sakai: Sakai 1980, p. 709, pl. 7, figs. 12a-14b.

Eucyrtidium inflatum Kling: Kling, 1973, p. 636, pl. 11, figs. 7-8, pl. 15, figs. 7-10.

Eucyrtidium matuyamai Hays: Hays, 1970, p. 213, pl. 1, figs. 7-9 (табл. XI, фиг. 5).

Eucyrtidium punctatum Ehrenberg: Ehrenberg, 1854, Taf. XXII, Fig. 24.

Gondwanaria dogieli (Petrushevskaya): Petrushevskaya, 1967, p. 95, pl. 53, figs. 1, 2.

Lipmanella japonica (Nakaseko) *conica* Petrushevskaya: История ..., 1979, с. 139, Рис. 315, 399 (табл. V, фиг. 11).

Lipmanella japonica (Nakaseko) (= *Sethocyrtis japonica*: Nakaseko 1963, p. 176, pl. 1, figs. 6, 10 (табл. V, фиг. 12).

Lipmanella pilva Vitukhin: Витухин, 1993, с. 75, табл. XXIX, фиг. 6, 7а, б, 15 (табл. VII, фиг. 3, 4).

Lithocampe lithocanella Clark et Campbell: Clark, Campbell, 1942, p. 66, pl. 9, fig. 24 (табл. VII, фиг. 9).

Lithocampe radricula Ehrenberg: Ehrenberg, Ehrenberg, 1838 (partim); 1854, Taf. XXII, Figs. 23a, b. (табл. IX, фиг. 11-16).

Lithomelissa (?) *charlestonensis* Clark et Campbell: Clark, Campbell, 1945, p. 37,

pl. 7, figs. 45, 46.

Lithomelissa cf. *campanulaeformis* Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 41, pl. 6, fig. 1.

Lithomelissa macroptera Ehrenberg F.A.: Ehrenberg, 1875, p. 78, Taf. III, Fig. 8 (табл. II, фиг. 12, 13).

Lithomelissa macroptera Ehrenberg F.B.: Ehrenberg, 1875, p. 78, Taf. III, Figs. 9, 10.

Lithomelissa sphaerocephalis Chen: Chen, 1975, p. 457, pl. 8, figs. 1, 2 (табл. VII, фиг. 21, 22).

Lithomelissa tricornis Chen: Chen, 1975, p. 458, pl. 8, figs. 6, 7. (табл. V, фиг. 5).

Lithomitra cf. *modeloensis longa* Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 59, pl. 7, fig. 31.

Lithomitra cf. *schencki* Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 54, pl. 7, fig. 16.

Lithomitra chrysalis Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1485, pl. 79, fig. 4.

Lithomitra eruca Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1485, taf. 79, fig. 3 (табл. V, фиг. 23).

Lithomitra lineata Ehrenberg (= *Lithocampe lineata*: Ehrenberg, 1838, p. 130 (partim); 1854, Taf. XXII, Fig. 26 sensu Cleve, 1899, pl. 2, fig. 7.

Lithomitra pachyderma (Ehrenberg) (= *Eucyrtidium pachyderma*: Ehrenberg 1875, p. 72, Taf. 11, Fig. 21.

Lithomitrisa conica Vitukhin: Витухин, 1993, Табл. IX, Фиг. 2 (табл. II, фиг. 1-5).

Lithopera renza Sanfilippo et Riedel: Sanfilippo and Riedel, 1970, p. 454, pl. 1, figs. 21-23, 27.

Lithostrobos cornutus Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1474, pl. 77, fig. 6 (табл. VII, фиг. 24).

Lithostrobos lithobotrus Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1475, pl. 79, fig. 17.

Lithostrobos nucula Ehrenberg: Ehrenberg, 1875, p. 76, Taf. III, Fig. 16.

Lophoconus cf. titanothericeraos Clark et Campbell: Clark, Campbell, 1942, p. 89, pl. 8, fig. 33.

Lychnocanium grande brevis Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 42, pl. 6, fig. 5.

Lychnocanoma magnacornuta Sakai (= *Lychnocanium nipponicum magnacornutum* Sakai: Sakai, 1980, p. 731, pl. 9, figs. 3 a, b) (табл. VII, фиг. 1, 2).

Lychnocanium parallelipes (Motoyama): Motoyama, 1996, p. 248, pl. 5, figs. 12 a, b (табл. IX, фиг. 1-3).

Lychnocanoma sakaii Morley et Nigrini: Kamikuri, 2010, p. 101-102, pl. 6, figs. 1a, b. (= *Lychnocanoma nipponica sakaii*: Morley, Nigrini, 1995, p. 80, pl. 6, figs. 1, 4) (= *Lychnocanium grande* Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 42, pl. 6, fig. 3) (табл. XI, фиг. 1-3).

Peridium longispinum Jørgensen: Jørgensen, 1905 p. 135, Taf. 15, Figs 75-79; Taf. 16, Fig. 80.

Plectacantha aff. *oikiskos* Jørgensen, 1905, p. 131-132, Taf. 13, Figs. 50-58.

Plectopyramis dodecomma Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1258, pl. 54, fig. 6 (табл. V, фиг. 3; (табл. XI, фиг. 12).

Plectopyramis polypleura Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1260, pl. 56, fig. 8.

Pseudodictyophimus amundseni Goll et Bjørklund: Goll et Bjørklund, 1989, p. 732, pl. 5, figs. 1-4 (табл. V, фиг. 13).

Pseudodictyophimus cf. *crisae* Ehrenberg (= *Dictyophimus crisae*: Ehrenberg, 1854, p. 241, sensu Nigrini, 1967, p. 66, pl. 6, figs. 7a, b).

Pseudodictyophimus gracilipes (Bailey) (= *Dictyophimus gracilipes*: Bailey, 1856, p. 4, pl. 1, fig. 8) (табл. III, фиг. 13; табл. V, фиг. 7; табл. VII, фиг. 8).

Pterocanium aff. *barbadense* Ehrenberg: Ehrenberg, 1873, p. 254; 1875, Taf. XVII, Fig. 6.

Pterocodon cf. *ornatus* Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1333, pl. 70, fig. 11.

Pterocorys columba Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1317, pl. 71, fig. 2 (табл. XI, фиг. 7).

Pterocorys hirundo Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1318, pl. 71, fig. 4 (табл. XI, фиг.

4).

Pterocorys macroceras Popofsky: (= *Lithopilium macroceras*: Popofsky, 1913, p. 377, text figs. 91-93.

Sethocorys bussonii Carnevale: Carnevale, 1908, p. 31, Tav. IV, Fig. 17.

Sethocorys crassus (Carnevale) (= *Dictyocephalus crassus*: Carnevale, 1908, p. 32, Tav. IV, Fig. 21. **(табл. III, фиг. 14-19).**

Sethocorys cristata Carnevale: Carnevale, 1908, p. 31, Tav. IV, Fig. 18 **(табл. VII, фиг. 5, 6).**

Sethopyramis quadrata Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1254, pl. 54, fig. 2.

Siphocampe aff. *erucosa* Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1500, pl. 79, fig. 11.

Siphocampe annulosa Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1500, pl. 79, fig. 10.

Siphocampe arachnea (Ehrenberg) (= *Eucyrtidium lineatum arachneum*: Ehrenberg, 1861, p. 299) **(табл. V, фиг. 21, 22; табл. VII, фиг. 5).**

Siphocampe nodosaria (Haeckel): (= *Lithomitra nodosaria*: Haeckel, 1887, p. 1484, pl. 79, fig. 1) **(табл. V, фиг. 19, 20).**

Siphocampe reedi Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 58, pl. 7, fig. 24 **(табл. VII, фиг. 23).**

Spurioclathrocyclas humerus (Petrushevskaya) (= *Clathrocyclas humerus*: Petrushevskaya, 1975, p. 586, pl. 15, figs 22, 23; pl. 43, figs. 1, 2).

Spurioclathrocyclas parabicornis Tochilina et Vasilenko: Точилина, Василенко, 2018, рис. 3, фиг. 3; рис. 6, фиг. 12 а, б (= *Clathrocyclas bicornis*: Haas, 1965, p. 174, pl. 1, fig. 3) (= *Cycladophora pliocenica*: Lambari et Lazarus, 1988, p. 104) **(табл. IX, фиг. 9).**

Stichocorys delmontensis (Campbell et Clark) (= *Eucyrtidium delmontense*: Campbell, Clark, 1944, p. 56, pl. 7, fig. 19) **(табл. IX, фиг. 17а, б).**

Stichopilium bicornis Haeckel: Haeckel, 1887, p. 1437, pl. 77, fig. 9 **(табл. XI, фиг. 6).**

Theocalyptra spongothotax Chen (= *Theocalyptra bicornis spongothotax*: Chen, 1975, p. 462, pl. 12, figs. 1-3) **(табл. IX, фиг. 10).**

Theocorys coronata (Carnevale) (= *Calocyclas coronata*: Carnevale, 1908, p. 33,

Tav. IV, Fig. 24.

Theocorys redondoensis (Campbell et Clark) (= *Theocyrtis redondoensis*: Campbell, Clark, 1944, p. 49, pl 7, fig. 4) (**табл. VII, фиг. 17-19**).

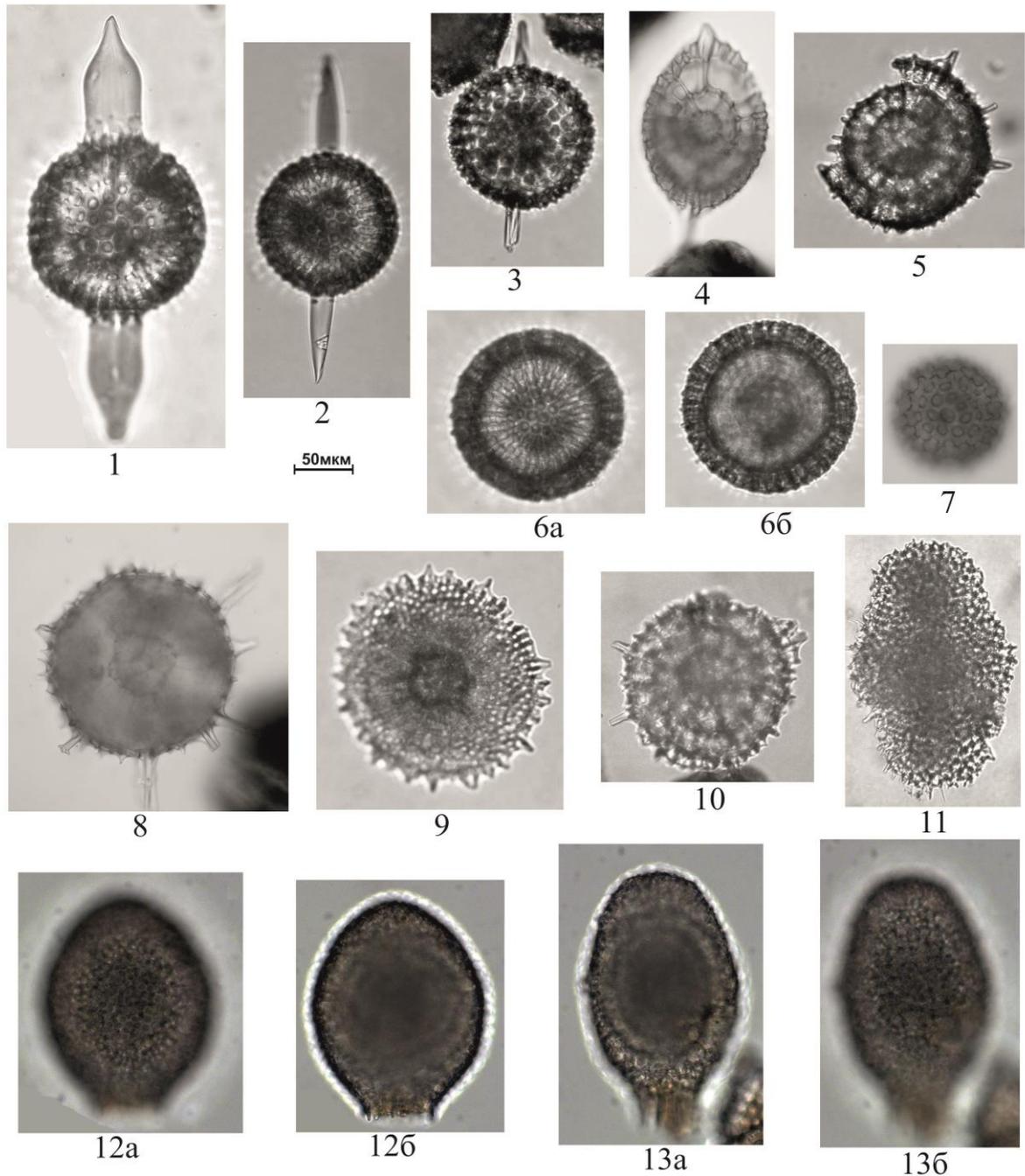
Theocyrtis lithos Clark et Campbell: Clark, Campbell, 1945, p. 44, pl. 6, fig. 13 (**табл. II, фиг. 6-9**).

Tricerospyrus aff. *pacifica* Campbell et Clark: Campbell, Clark, 1944, p. 33, pl. 5, fig. 9.

Tripilidium sp.: Витухин, 1993, табл. VI, фиг. 3 (**табл. II, фиг. 14, 15**).

Tripospyrus dubia Clark et Campbell: Clark, Campbell, 1942, p. 54, pl. 9, fig. 12.

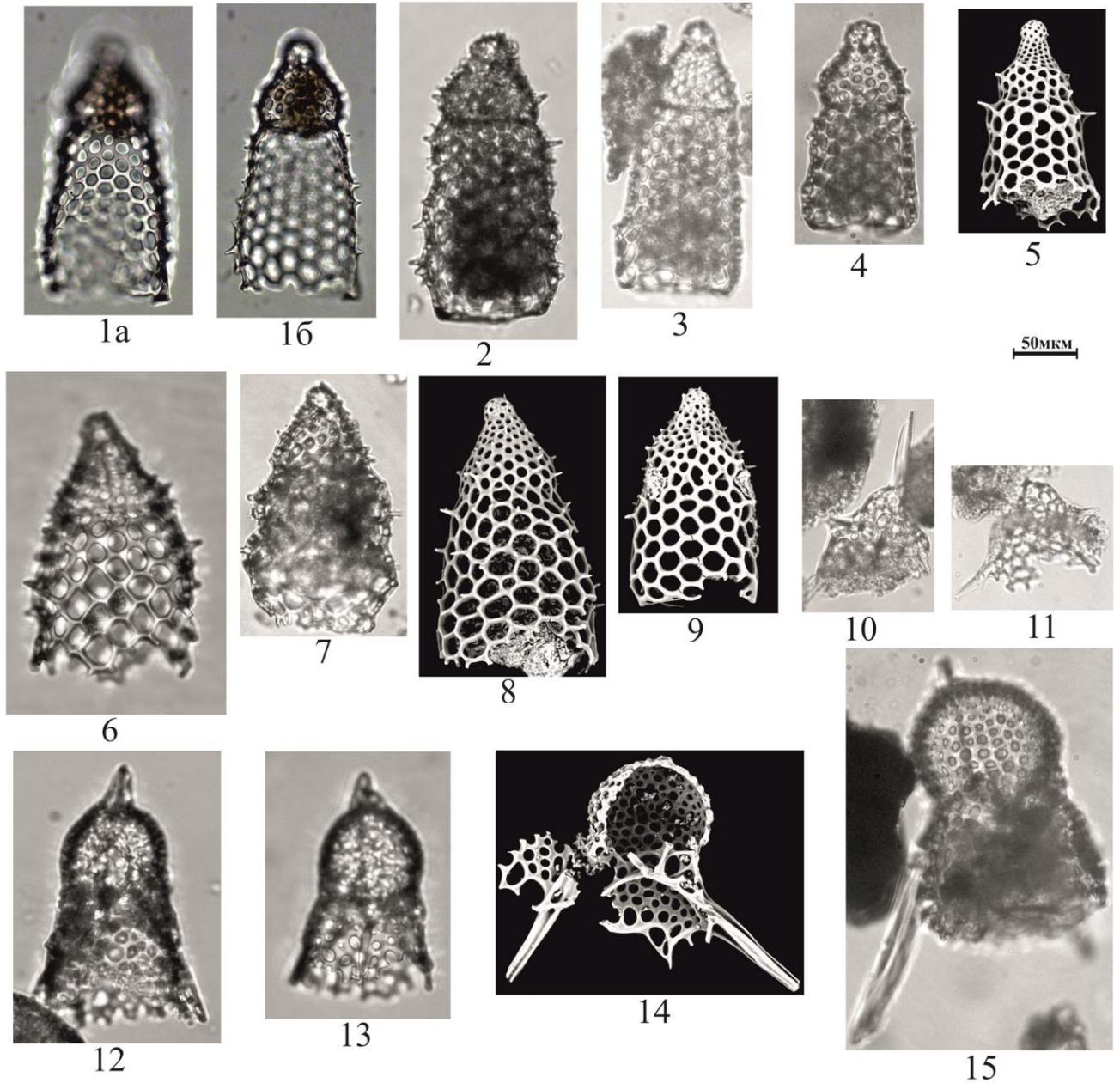
ФОТОТАБЛИЦЫ И ОБЪЯСНЕНИЯ К НИМ



Радиолярии (Spermellaria) позднего эоцена – раннего олигоцена из отложений южного плато хребта Витязь и Внешней зоны Малой Курильской гряды

1– *Amphistylus gladiusiacus* Vasilenko sp. nov.; 2 – *Stylosphaera minor minor* Clark et Campbell; 3 – *Stylosphaera irinae* (Lipman); 4 – *Xiphatractus radius* (Ehrenberg); 5 – *Hexacyclia formosum* Tochilina; 6 – *Thecosphaerella tochilinae* Vasilenko sp. nov.; 7 – *Carposphaera rara* Carnevale; 8 – *Heliosoma mirabile* Clark et Campbell; 9 – *Heliodiscus siculus* Stöhr; 10 – *Lithelius nautiloides* Popofsky; 11 – *Spongasteriscus cruciferus* Clark et Campbell; 12 а, б – *Spirotunica haackei* (Dreyer); 13 а, б – *Prunopyle solida* Dreyer.

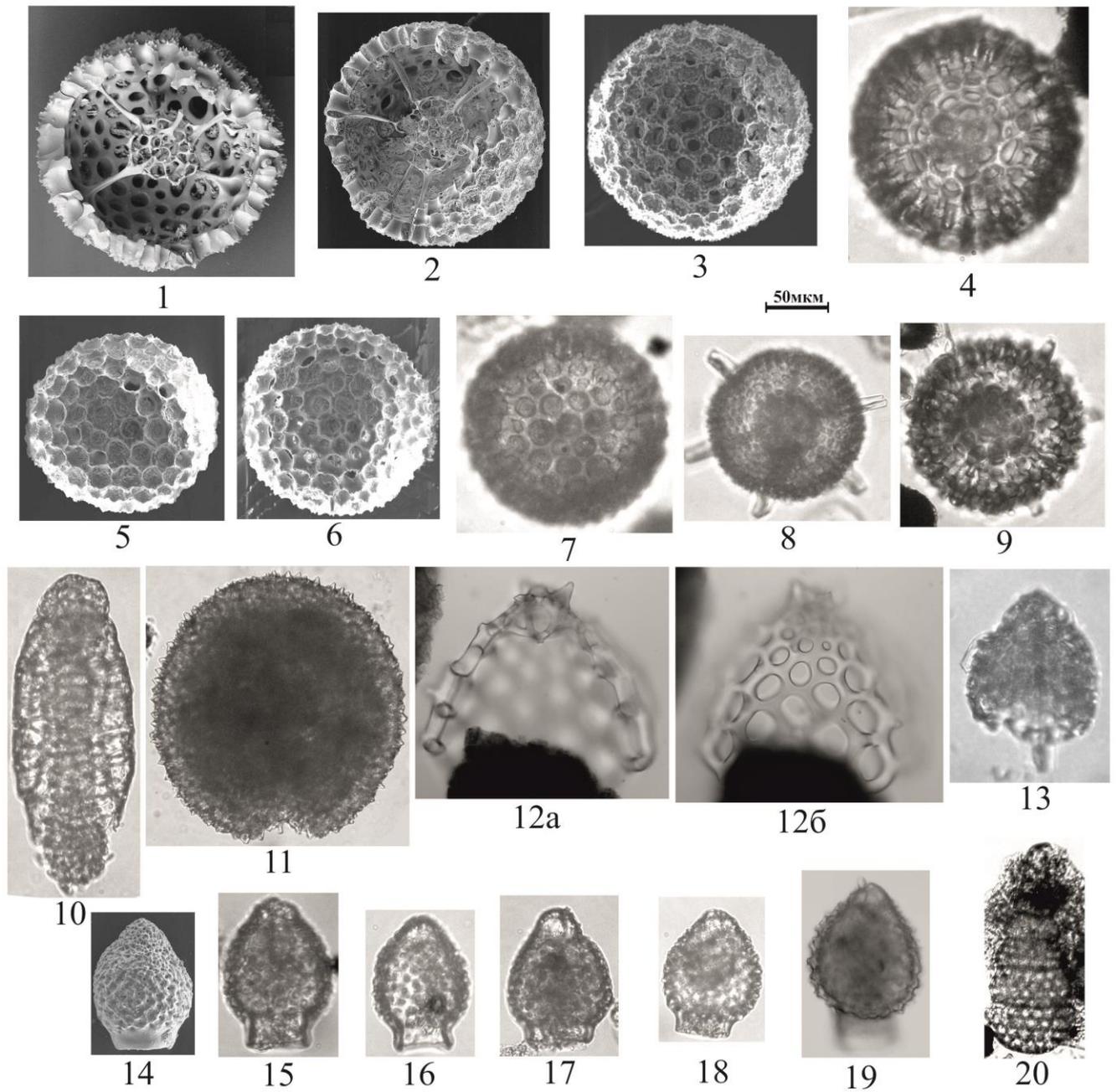
1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 12 а, б, 13 а, б (обр. Lv52-4-2в); 11 (обр. Lv37-37-1); 4, 7, 8 (обр. 447-2).



Радиолярии (Nassellaria) позднего эоцена – раннего олигоцена из отложений южного плато хребта Витязь

1-5 – *Lithomitrissa conica* Vitukhin; **6-9** – *Theocyrtis litos* (Clark et Campbell); **10, 11** – *Dictyophimus* (?) aff. *callosus* Petruchevskaya; **12, 13** – *Lithomelissa macroptera* Ehrenberg F.A.; **14, 15** – *Tripilidium* sp.

1-6, 8-15 (обр. Lv52-4-2В); 7 (обр. Lv37-37-1).

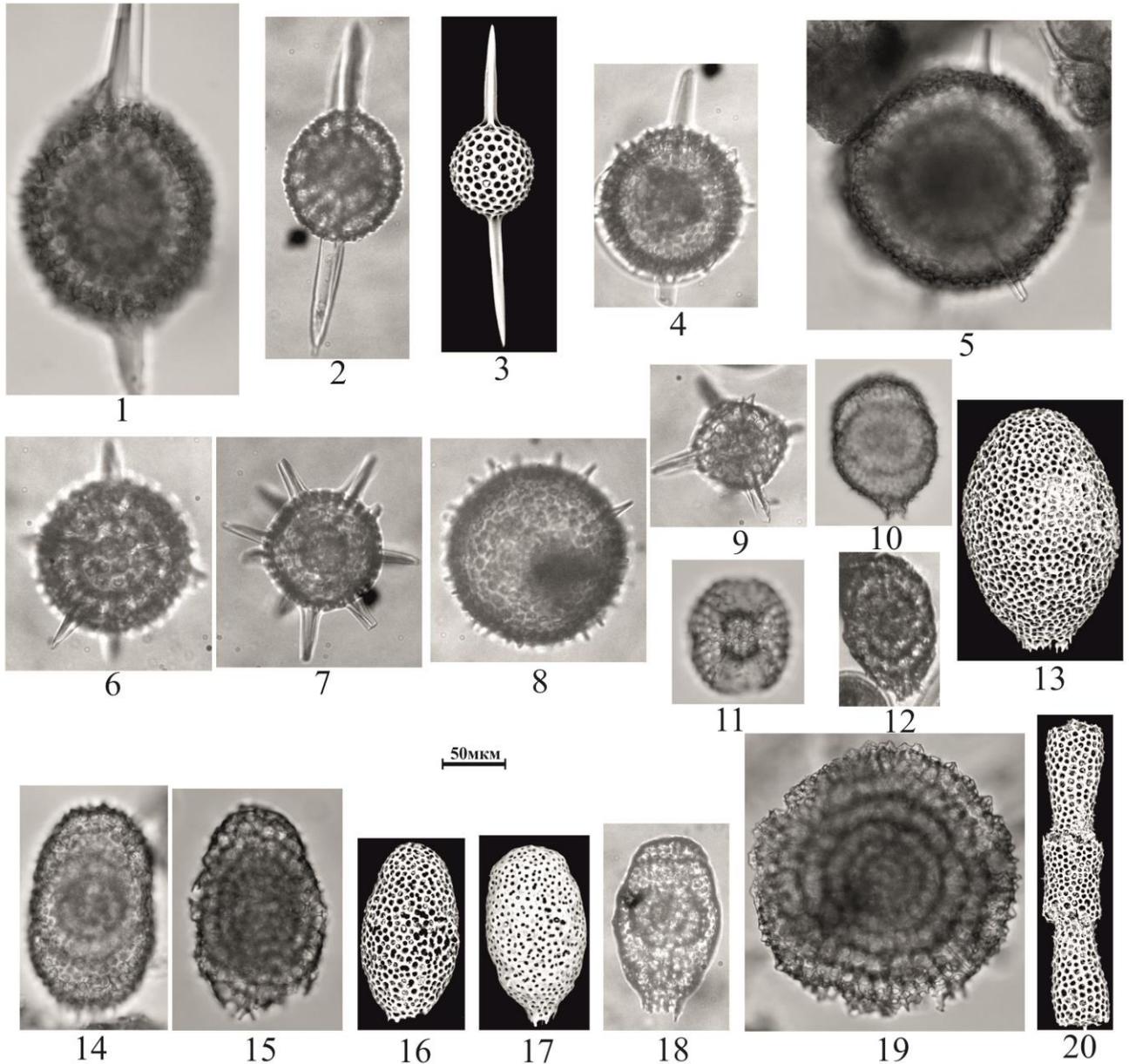


Радиолярии-полицистины позднего олигоцена из отложений южного плато хребта

Витязь

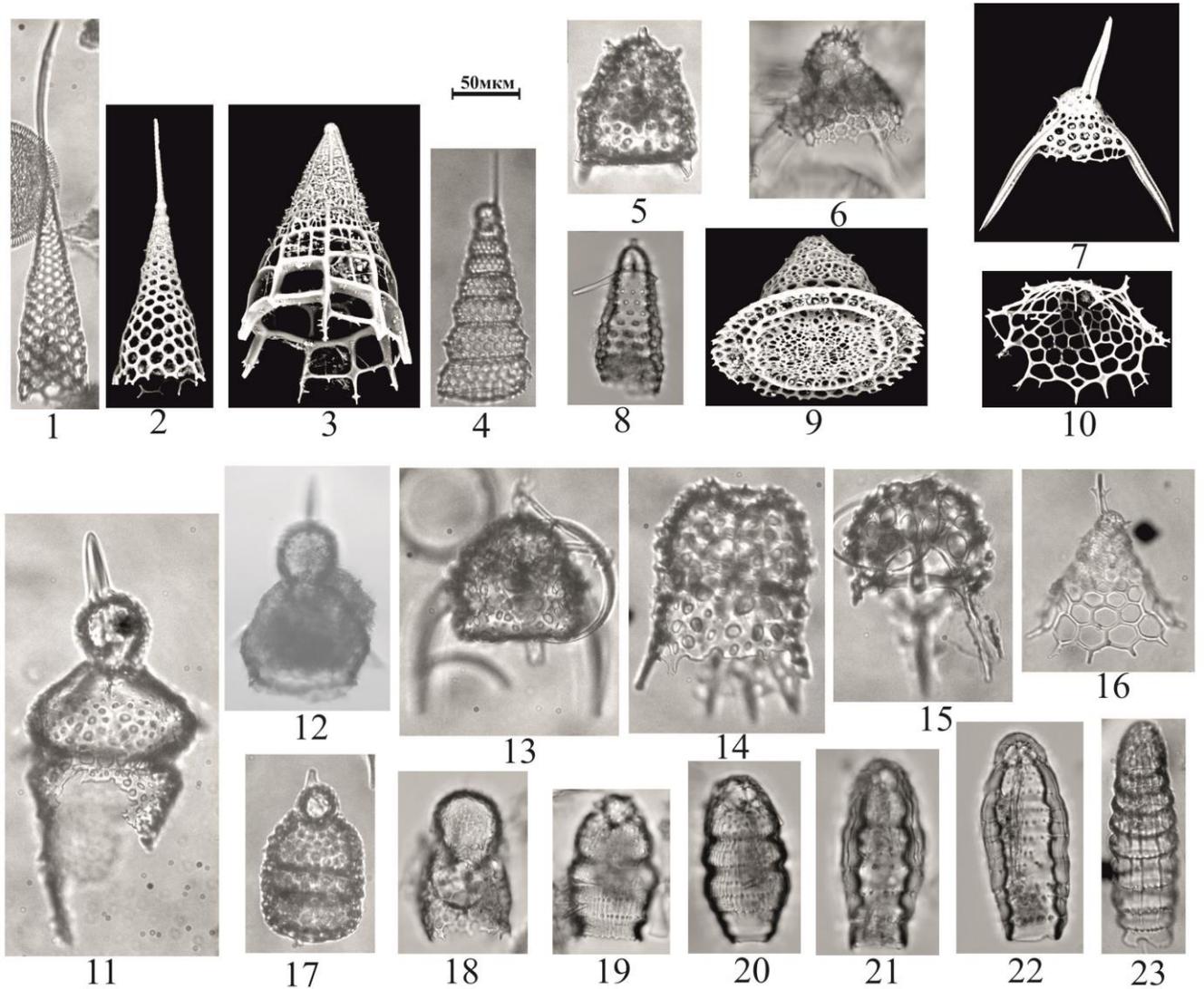
1-4 – *Haliomma oculatum* Ehrenberg; 5-7 – *Haliomma nobile* Ehrenberg; 8 – *Hexacontium* sp.; 9 – *Actinomma sexaculeatum* (Stöhr); 10 – *Amphymenium splendiararmatum* Clark et Campbell; 11 – *Spongotrochus craticulatus* Stöhr; 12 a, б – *Ceratocyrtis robustus* Bjørklund; 13 – *Pseudodictyophimus gracilipes* (Bailey) F.A.; 14-19 – *Sethocorys crassus* (Carnevale); 20 – *Cyrtopera laguncula* Haeckel.

1-7, 10, 14-18, 20 (обр. Lv52-3-6a); 8, 9, 11, 12a, б, 19 (обр. 447-2).



Радиолярии (Spumellaria) позднего олигоцена – раннего миоцена из отложений южного плато хребта Витязь

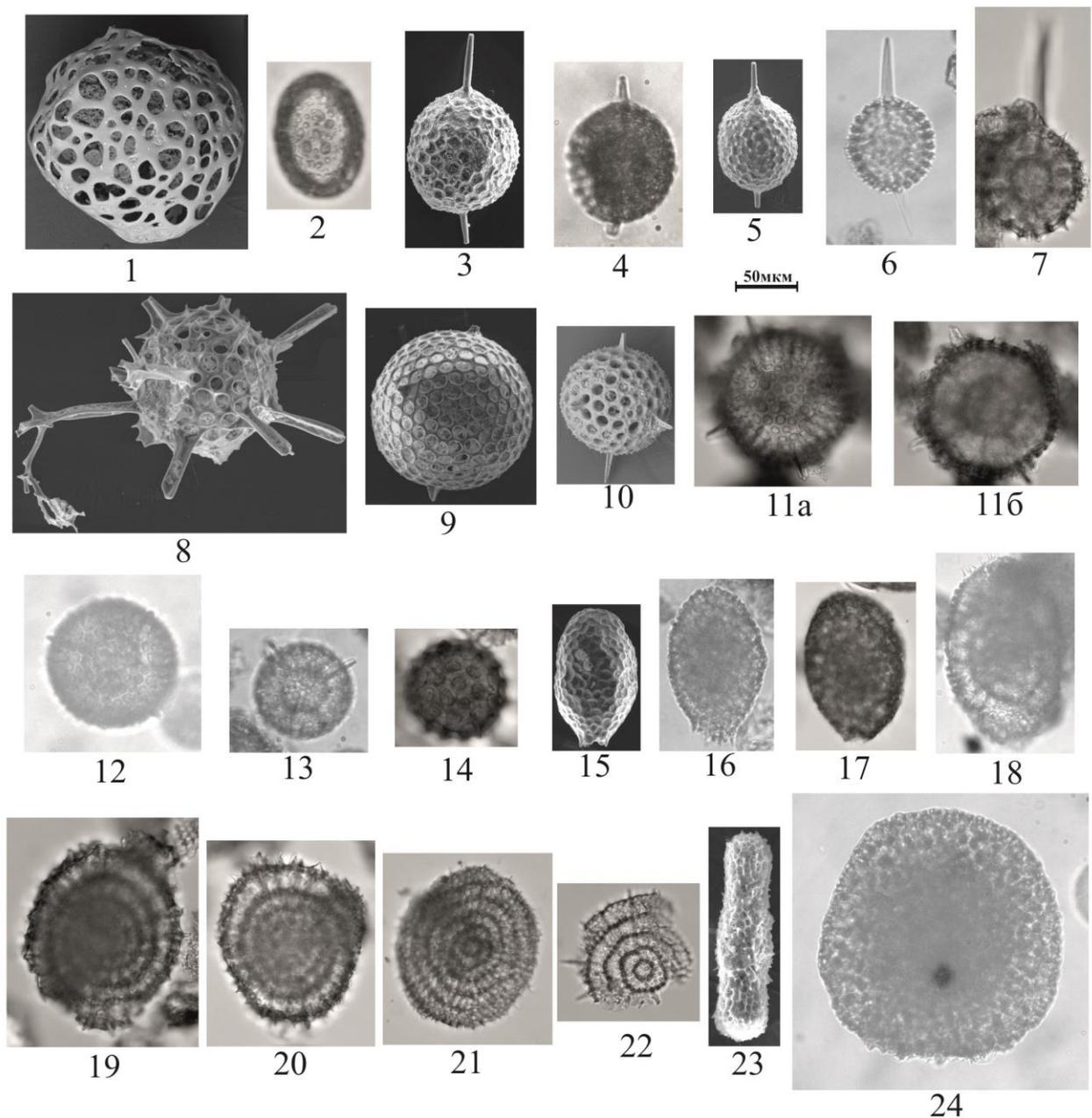
1 – *Ellipsoxiphus* sp.; 2 – *Xiphatractus santaenna* (Campbell et Clark); 3 – *Druppatractus polycentrus* Clark et Campbell; 4 – *Stylosphaera angelina* Campbell et Clark; 5 – *Cromyomma* sp.; 6 – *Actinomma hootsi* Campbell et Clark; 7 – *Haliometta miocenica* (Campbell et Clark); 8 – *Acanthosphaera* cf. *castanea* Haeckel; 9 – *Hexalonche octahedra* Haeckel; 10 – *Larcopyle labyrinthusa* Lazarus, Faust et Popova; 11 – *Pylonium* (?) sp.; 12 – *Spirotunica elliptica* (Dreyer); 13 – *Prunopyle titan* Campbell et Clark; 14 – *Larcopyle polyacantha amplissima* Lazarus, Faust et Popova; 15 – *Spirotunica* ex. gr. *polyacantha* (Campbell et Clark); 16-18 – *Larcopyle bütschlii* Dreyer; 19 – *Porodiscus ellipticus* Carnevale; 20 – *Spongurus bilobatus* Riedel. 1, 5 (обр. Lv52-11-4); 2-4, 6-9, 12, 13, 16-18, 20 (обр. Lv52-11-1); 10 (обр. Lv52-13-3); 11 (обр. Lv52-11-4); 15, 19 (обр. Lv52-14-2a).



Радиолярии (Nassellaria) позднего олигоцена – раннего миоцена из отложений южного плато подводного хребта Витязь

1, 2 – *Cornutella orthoceras* (Haeckel); 3 – *Plectopyramis dodecomma* Haeckel; 4 – *Cyrtopera laguncula* Haeckel; 5 – *Lithomelissa tricornis* Chen; 6 – *Dictyophimus hertwigii* Haeckel; 7 – *Pseudodictyophimus gracilipes* (Bailey) F.A.; 8 – *Cornutella annulata* Bailey; 9 – *Corocalyptra* sp.; 10 – *Lampromitra* sp.; 11 – *Lipmanella japonica* (Nakaseko) *conica* Petrushevskaya; 12 – *Lipmanella japonica* (Nakaseko); 13 – *Pseudodictyophimus amundseni* Goll et Bjørklund; 14 – *Dendrospyris suganoi* Sugiyama et Furutani; 15 – *Dendrospyris* sp.; 16 – *Clathrocycloma cosma cosma* (Lombardi et Lazarus); 17 – *Cyrtocapsa* cf. *tetrapera* Haeckel; 18 – *Botryopera triloba* (Ehrenberg); 19, 20 – *Siphocampe nodosaria* Haeckel; 21, 22 – *Siphocampe arachnea* (Ehrenberg); 23 – *Lithomitra eruca* Haeckel.

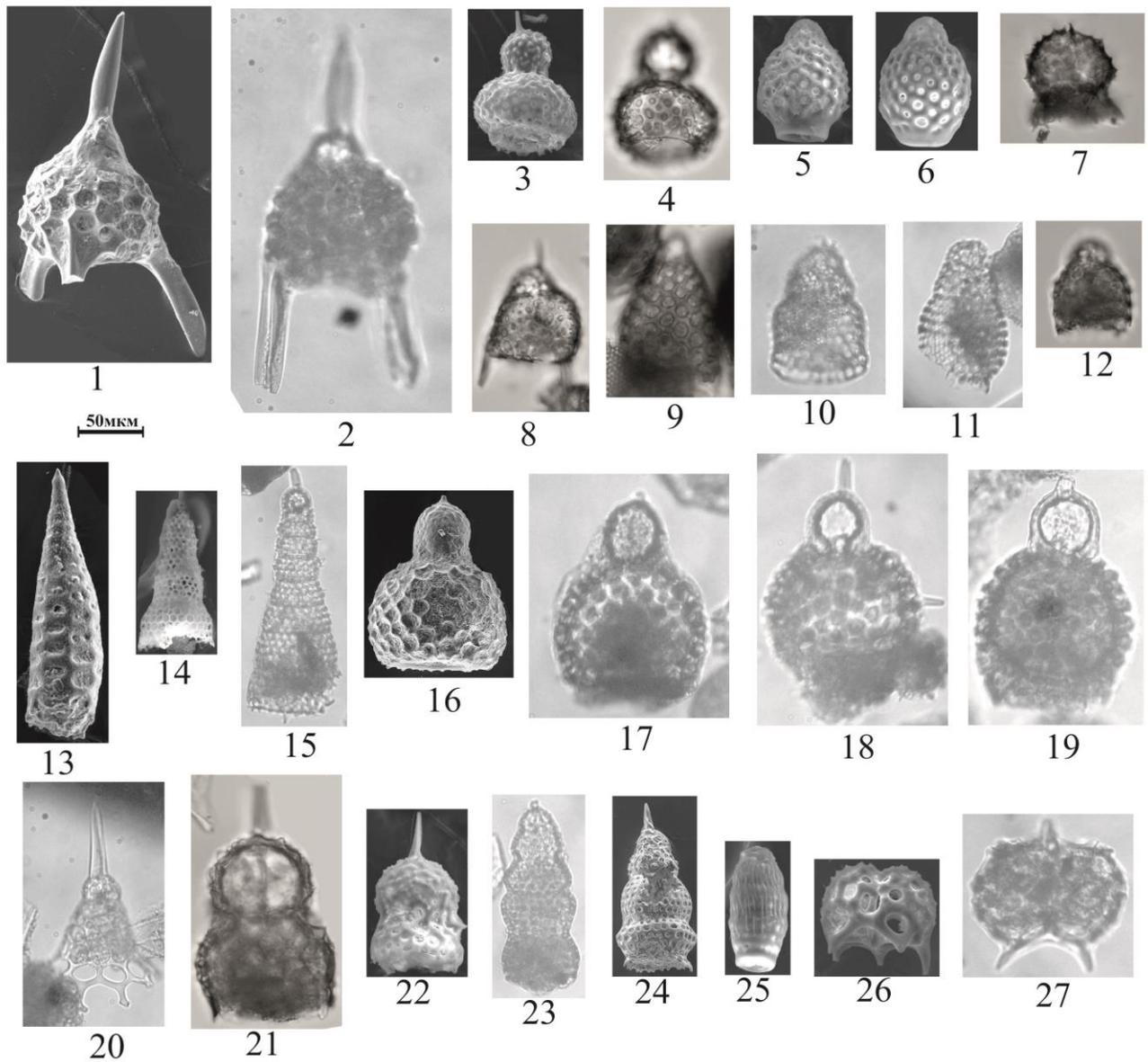
1-5, 7, 9-11, 13-17, 23 (обр. Lv52-11-1); 6, 18 (обр. Lv52-11-3в); 8, 19-22 (обр. Lv52-14-2а); 12 (обр. Lv52-11-3г).



Радиолярии (Spumellaria) среднего – позднего миоцена из отложений южного плато хребта Витязь

1 – *Collosphaera huxleyi* Müller; 2 – *Collosphaera bergontianus* (Carnevale); 3, 4 – *Druppactractus pierinae* (Clark et Campbell); 5, 6 – *Druppactractus polycentrus* Clark et Campbell; 7 – *Druppactractus irregularis* Popofsky; 8 – *Cladococcus* sp.; 9 – *Hexacantium* sp. F.1; 10 – *Hexacantium* sp. F.2; 11 a. b – *Haliometta miocenica* Campbell et Clark; 12, 13 – *Haliomma medusa* Ehrenberg; 14 – *Carposphaera magnaporulosa* Clark et Campbell; 15-17 – *Spirotunica polyacantha* (Campbell et Clark); 18 – *Larcopyle bütschlii* Dreyer; 19, 20 – *Lithelius* sp.; 21, 22 – *Stylodictya stellata* Bailey; 23 – *Spongicore puer* Campbell et Clark 24 – *Spongopyle setosa* Dreyer.

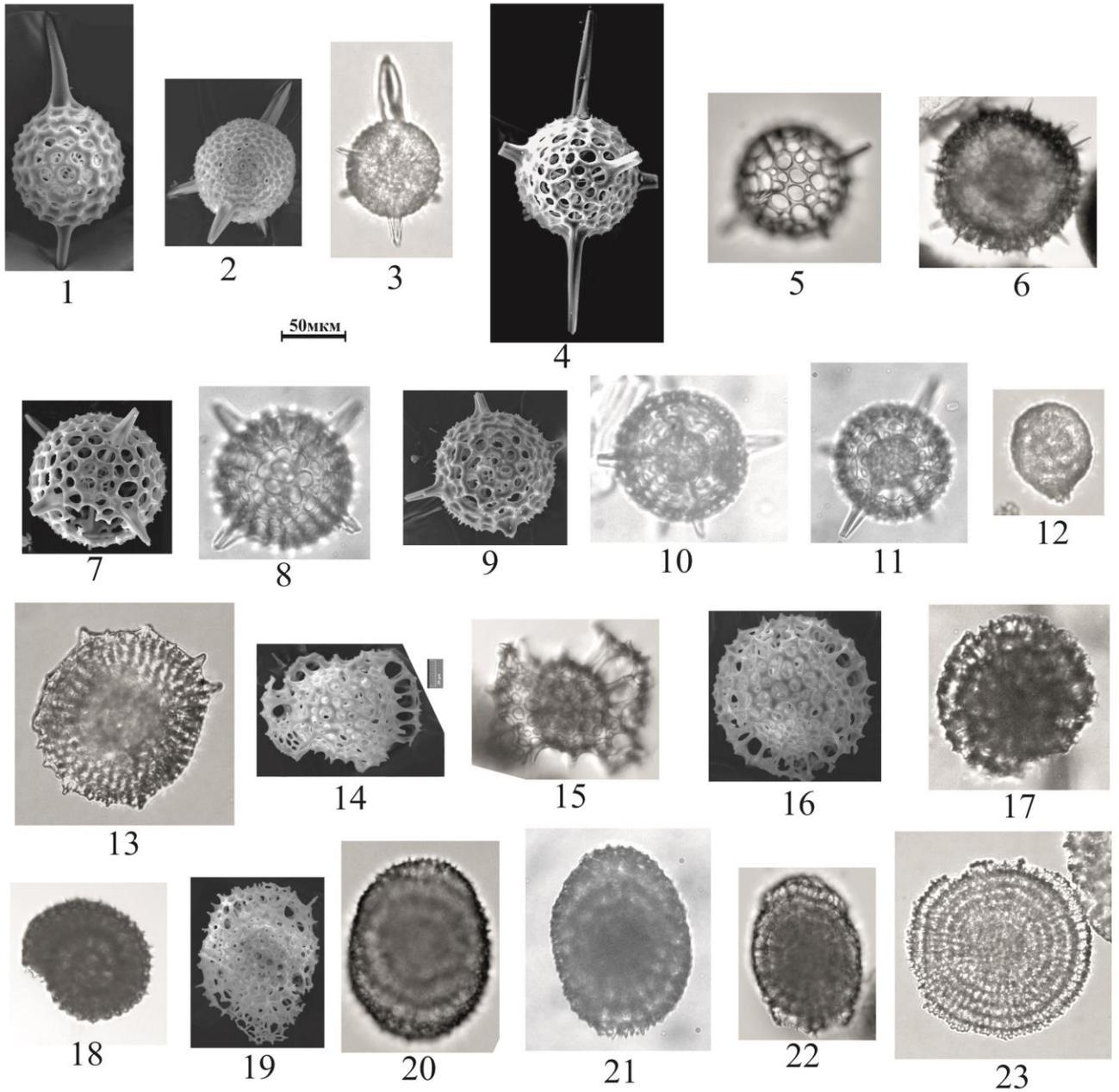
1, 3-6, 8-10, 12, 13, 15, 16, 18, 24 (обр. Lv52-12-3); 2, 7, 11, 14, 17, 19-23 (обр. Lv52-13-4a).



Радиолярии (Nassellaria) среднего – позднего миоцена из отложений подводного хребта Витязь

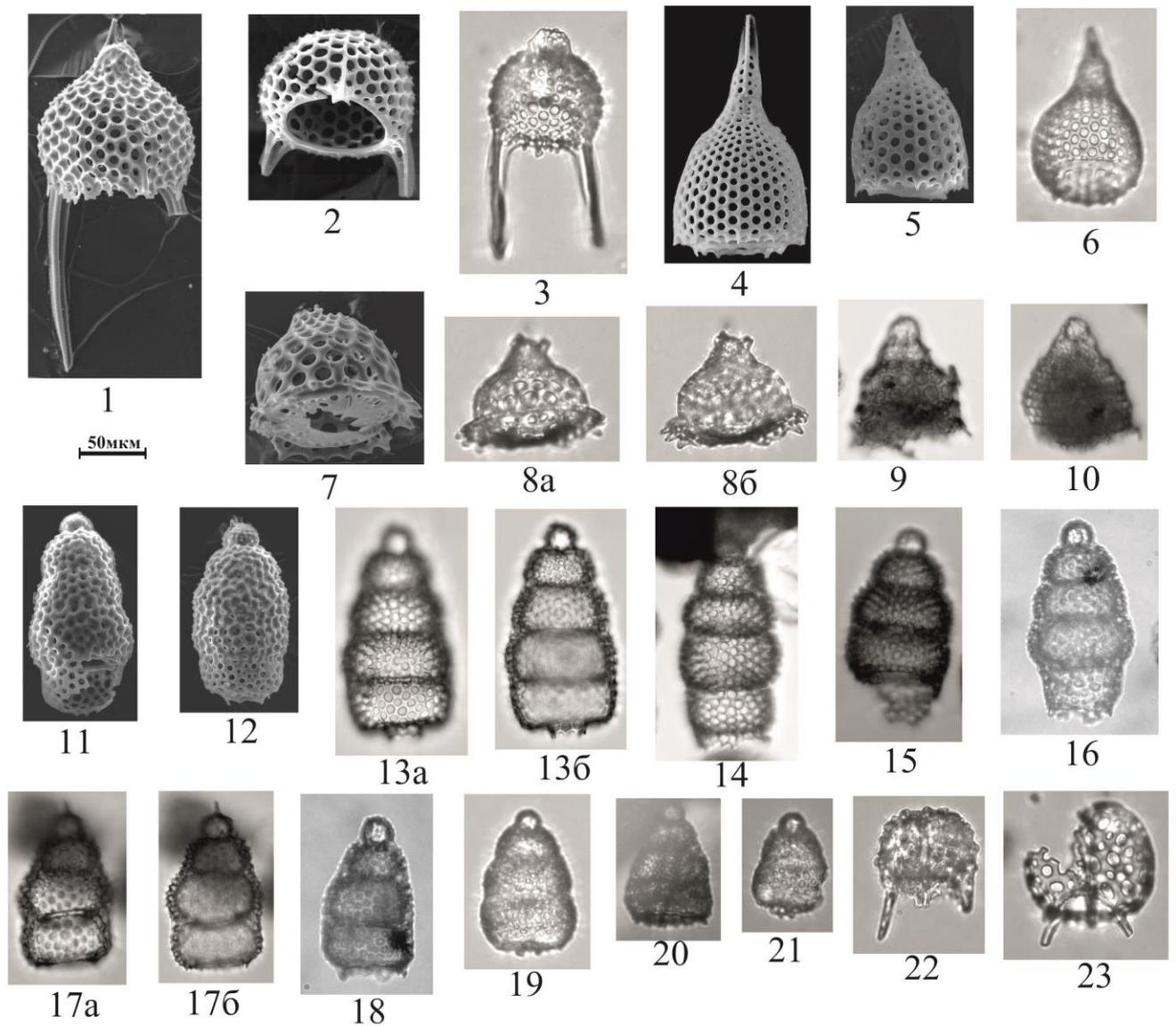
1, 2 – *Lychnocanoma magnacornuta* Sakai; 3, 4 – *Lipmanella pilva* Vitukhin; 5, 6 – *Sethocorys cristata* Carnevale; 7 – *Lithomelissa* sp.; 8 – *Pseudodictyophimus gracilipes* (Bailey) F.A.; 9 – *Lithocampana lithocanella* Clark et Campbell; 10 – *Spurioclathrocyclus* sp.; 11 – *Theocampe* (?) sp.; 12 – *Sethocorys* sp.; 13 – *Cornutella bimarginata* Haeckel; 14, 15 – *Cyrtopera laguncula* Haeckel; 16 – *Theocorys* sp.; 17-19 – *Theocorys redondoensis* (Campbell et Clark); 20 – *Clathrocyclus cosma cosma* (Lombardi et Lazarus); 21, 22 – *Lithomelissa sphaerocephalis* Chen; 23 – *Siphocampe reedi* Campbell et Clark; 24 – *Lithostrobos cornutus* Haeckel; 25 – *Siphocampe arachnea* (Ehrenberg); 26 – *Dendrospyris* (?) *sakaii* Sugiyama et Furutani; 27 – *Ceratospyris* sp.

1, 2, 10, 11, 13, 15-20, 23, 24, 27 (обр. Lv52-12-3); 3-9, 12, 14, 21, 22, 25, 26 (обр. Lv52-13-4a).



Радиолярии (Spumellaria) позднего миоцена – плиоцена из отложений хребта Витязь
1 – *Xiphatractus santaeannae* (Campbell et Clark); **2, 3** – *Xiphostylus* sp.; **4, 5** – *Staurolonche aculeata* Campbell et Clark; **6** – *Actinomma aculeatum* Stohr; **7, 8** – *Hexalonche aristarchi* Haeckel; **9-11** – *Hexacantium subtile* Carnevale; **12** – *Larcopyle labyrinthosa* Lazarus, Faust, Popova; **13** – *Heliodiscus* sp.; **14, 15** – *Larnacalpis* sp.; **16, 17** – *Lithelius* sp.; **18** – *Spirema melonia* Haeckel; **19** – *Tholospyra* sp.; **20, 21** – *Spirotunica irregularis* (Dreyer); **22** – *Spirotunica* sp.; **23** – *Stylodictya validispina* Jörgensen.

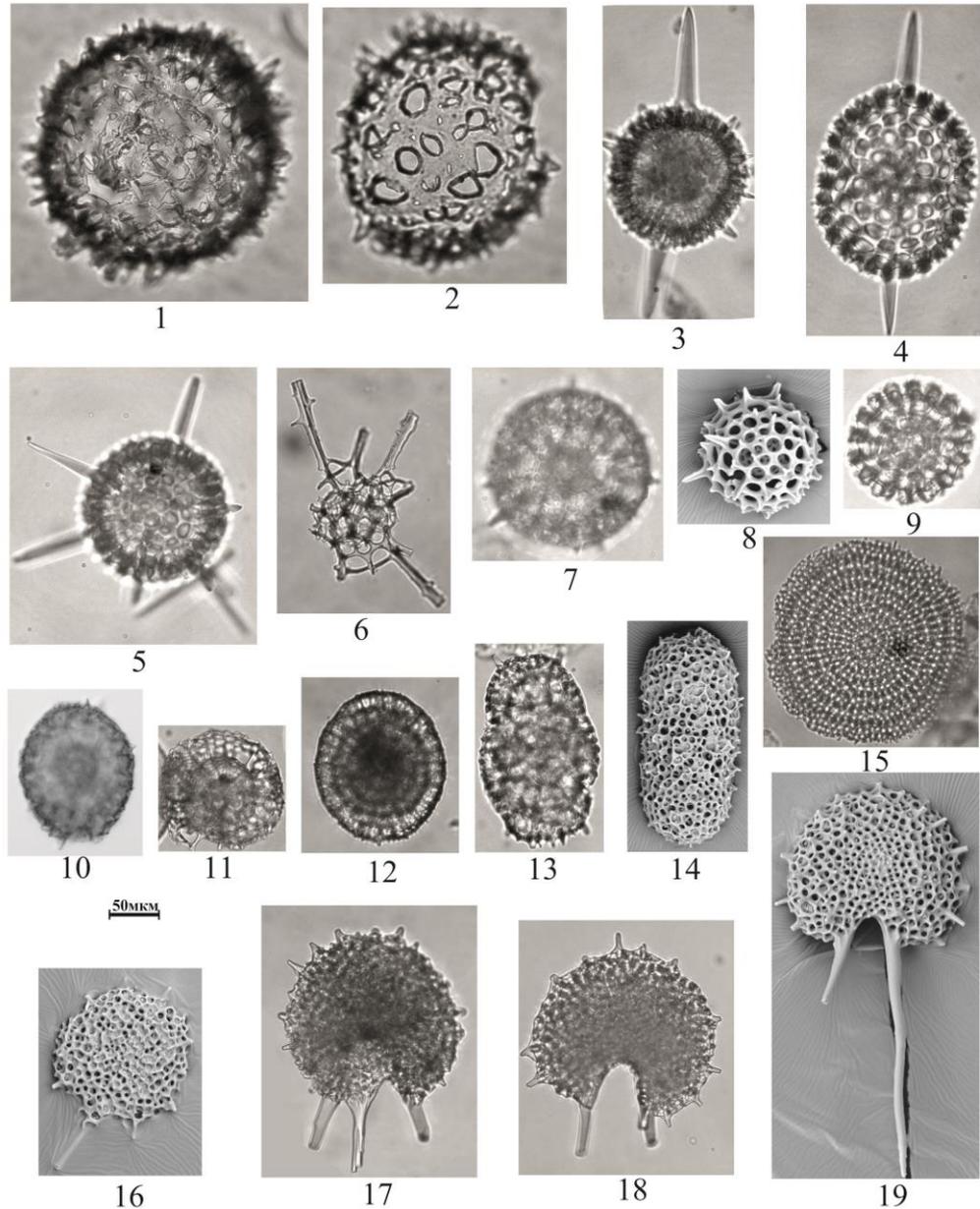
1-23 (обр. Lv52-12-1a).



Радиолярии (Nassellaria) позднего миоцена – плиоцена из отложений хребта Витязь

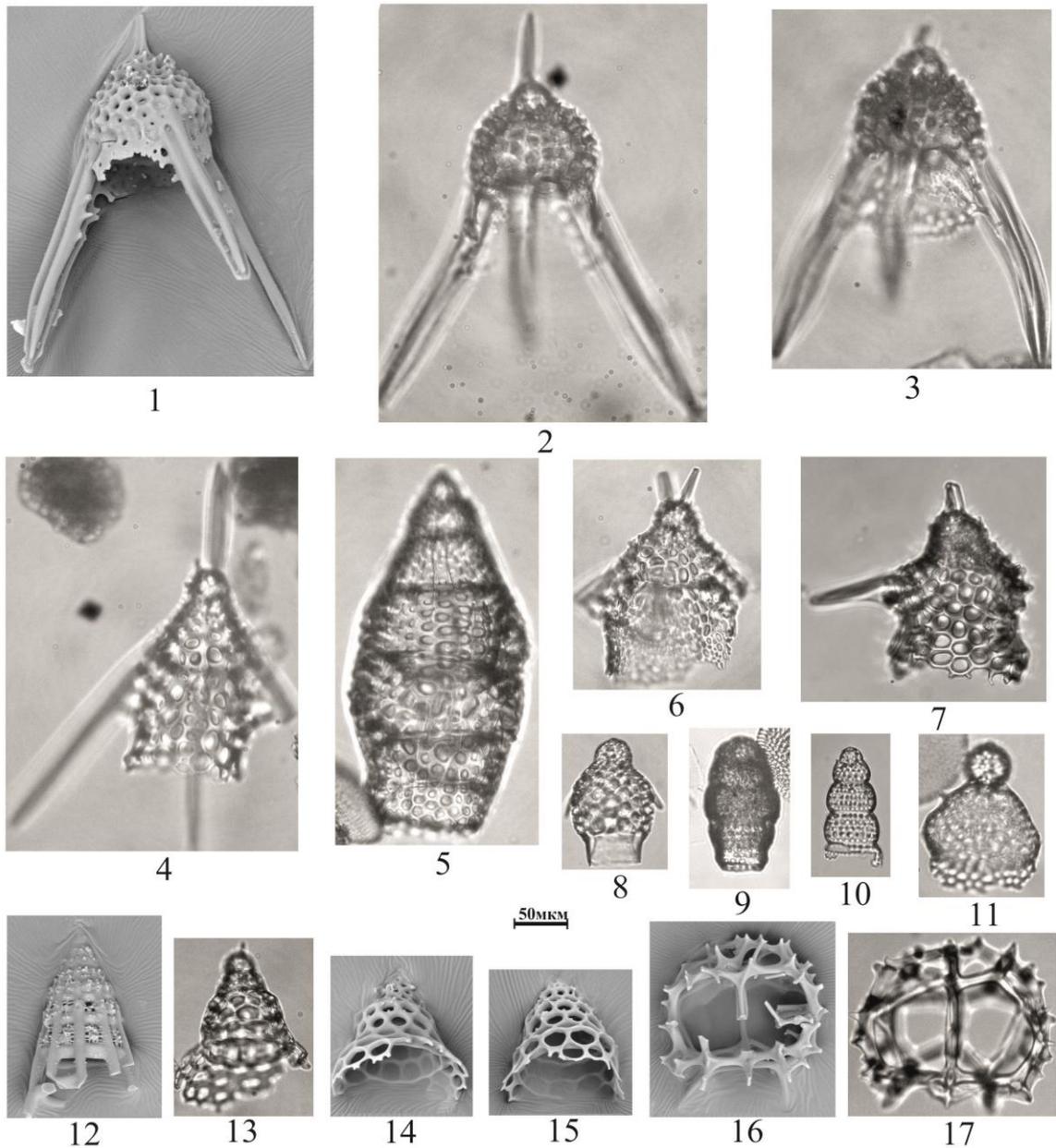
1-3 – *Lychnocanoma parallelipes* Motoyama; **4-6** – *Anthocyrtis ehrenbergi* Stöhr; **7, 8** – *Clathrocyclus* cf. *bicornis helios* (Lombari et Lazarus); **9** – *Spurioclathrocyclus parabicornis* Tochilina et Vasilenko; **10** – *Theocalyptra spongothorax* Chen; **11-16** – *Lithocampe radricula* Ehrenberg group.; **17 a, б** – *Stichocorys delmontensis* (Campbell et Clark); **18-20** – *Cyrtocapsa meta* (Stöhr); **21** – *Theocapsa* sp.; **22** – *Dendrospyris* sp.; **23** – *Petalospyris* sp.

1-8a, б, 11-23 (обр. Lv52-12-1a); фиг. 9, 10 (обр. Lv37-36-1).



Радиолярии (Spumellaria) плейстоцена из отложений северного плато хребта Витязь

1, 2 – *Acrosphaera spinosa* (Haeckel); 3 – *Stylatractus universus* Hays; 4 – *Stylacontarium aquilonium* (Hays) F.2; 5 – *Echinomma delicatulum* (Dogiel); 6 – *Rhizoplegma boreale* (Cleve); 7 – *Actinomma boreale* Cleve; 8 – *Echinomma leptodermum* Jörgensen; 9 – *Thecosphaera pseudojaponica* Nakaseko; 10 – *Cromyechinus antarctica* (Dreyer); 11 – *Spirema melonia* Haeckel; 12 – *Spirotunica spiralis* (Haeckel); 13 – *Streblacantha circumtexta* Jörgensen; 14 – *Spongurus pylomaticus* Riedel; 15 – *Stylodictya validispina* Jörgensen; 16 – *Spongotrochus glacialis* Popofsky; 17 – *Stylotrochus tripedius* Vasilenko sp. nov.; 18, 19 – *Stylotrochus bipedius* Vasilenko sp. nov. 1, 2, 6, 8, 12, 14, 16-19 (обр. Lv37-12-2); 3, 11 (обр. Lv37-12-3); 4, 9 (обр. Lv37-13-1); 13 (обр. Lv37-32-2a); 5 (обр. Lv37-32-2b); 10 (обр. Lv52-9a); 7 (обр. Lv52-5-2б-1); 15 (обр. Lv52-5-2в-1).



Радиолярии (Nassellaria) плейстоцена из отложений северного плато хребта Витязь и Приосевой зоны Курило-Камчатского желоба

1-3 – *Lychnocanoma sakaii* Morley et Nigrini; **4** – *Pterocorys hirundo* Haeckel; **5** – *Eucyrtidium matuyamai* Hays; **6** – *Stichopilium bicornе* Haeckel; **7** – *Pterocorys columba* Haeckel; **8** – *Dictyophimus* sp.; **9** – *Botryostrobus aquilonaris* (Bailey); **10** – *Botryostrobus auritus* (Ehrenberg); **11** – *Pterocorys* sp.; **12** – *Plectopyramis dodecomma* Haeckel; **13-15** – *Cycladophora davisiana* Ehrenberg; **16, 17** – *Ceratospyris borealis* Bailey.

1 (обр. Lv37-13-5); 2, 3 (обр. Lv52-5-26-1); 4, 13, 17 (обр. Lv37-32-2a); 5, 8 (обр. Lv37-12-3); 6 (обр. Lv37-13-1); 7, 10-12, 14-16 (обр. Lv37-12-2); 9 (обр. H4-21/2-3).

**Таблица 1. Каталог изученных образцов драгирования из отложений
островного склона Курило-Камчатского желоба**

Станции отбора проб драгирования	Координаты	Глубины, м	Номер образца	Тип породы
Приосевая зона Курило-Камчатского желоба				
4 рейс НИС «Академик Александр Несмеянов», 1984 г. Нач. экспед. Б.И. Васильев				
Н4-21	45°19' с.ш; 152°49' в.д.	8640-8960	Н4-21/2-1	аргиллит
			Н4-21/2-2	аргиллит
			Н4-21/2-3	аргиллит
Внешняя зона Малой Курильской гряды				
НИС «Отважный», 1973 г. САХКНИИ. Нач. экспед. Б.И. Васильев				
447	43°39.21' с.ш; 147°38' в.д.	2100-2000	477-2	туфоалевролит
146	43°30.5' с.ш; 147°21.3' в.д.	1115	146	песчаник
Подводный хребет Витязь				
5 (10) рейс НИС «Пегас», 1976 г. САХКНИИ. Нач. экспед. Б.И. Васильев				
1121	44°46.1' с.ш; 149°25.5' в.д.	2030-1850	1121-1	туфодиатомит
31 рейс НИС «Первенец», 1978 г. Нач. экспед. Б.И. Васильев				
172	49°31.8' с.ш; 156°21.0' в.д.	850-740	172-3	туфоалевролит
198	47°20' с.ш; 154°10' в.д.	3000-2000	198-5	туфоалевролит
			198-14	туфоалевролит
			198-19	туфоалевролит
37 рейс НИС «Академик М.А. Лаврентьев», 2005 г. Нач. экспед. Р.Г. Кулинич				
Lv37-12	48°13.177' с.ш.; 154°13.127' в.д.	1800-1600	Lv37-12-1	алевролит
			Lv37-12-1a	алевролит
			Lv37-12-1c	песчаник
			Lv37-12-2	туффит диатомовый
			Lv37-12-3	туффит диатомовый
			Lv37-12-4	туфопесчаник
			Lv37-12-4a	туфопесчаник
Lv37-13	48°13.114' с.ш.; 154°13.084' в.д.	1700-1600	Lv37-13-1	туффит диатомовый
			Lv37-13-2	туфогенный песчаник
			Lv37-13-3	туфодиатомит глинистый
			Lv37-13-5	туфопесчаник
Lv37-17	47°42.690' с.ш; 154°23.208' в.д.	1500-2200	Lv37-17-1a	алевропесчаник туфогенный
			Lv37-17-4	туфогенный песчаник
			Lv37-17-9	туфогенный песчаник

Lv37-20	47°49.286' с.ш; 154°18.948' в.д.	1350-1100	Lv37-20-1a	песчаник крупно-среднезернистые
Lv37-26	46°50.642' с.ш; 152°58.131' в.д.	3200-2700	Lv37-26-1a	туфогенный диатомит?
Lv37-32	46°26.663' с.ш; 152°10.880' в.д.	3200-2700	Lv37-32-1	туфогенный диатомит
			Lv37-32-2a	глина диатомовая туффитовая
			Lv37-32-2б	глина диатомовая туффитовая
			Lv37-32-2в	глина диатомовая туффитовая
Lv37-35	45°55.880' с.ш; 151°20.514' в.д.	1760-1650	Lv37-35-1	туфоалевролит с линзой туфопесчаника
Lv37-36	45°59.9' с.ш; 151°29.0' в.д.	2100-1800	Lv37-36-1	туфоалевролит глинистый
			Lv37-36-3	аргиллит
			Lv37-36-5	туфоалевролит
Lv37-37	45°33.784' с.ш; 151°33.306' в.д.	2200-1900	Lv37-37-1	туфоалевролит
			Lv37-37-3	туфопесчаник
41 рейс НИС «Академик М.А. Лаврентьев», 2006 г. Нач. экспед. М.Г. Валитов				
Lv41-1	45°48.12' с.ш; 151°02.82' в.д.	805-740	Lv41-1	песчаник
52 рейс НИС «Академик М.А. Лаврентьев», 2010 г. Нач. экспед. М.Г. Валитов				
Lv52-1	45°24.46' с.ш; 150°25.472' в.д.	500-470	Lv52-1-7	туффит
			Lv52-1-7a	туфопесчаник
			Lv52-1-8a	туфопесчаник
Lv52-2	45°25.935' с.ш; 150°32.466' в.д.	600-560	Lv52-2-7a	песчаник
			Lv52-2-7a-1	песчаник
			Lv52-2-7б	песчаник
			Lv52-2-7в	песчаник
			Lv52-2-7г	песчаник
Lv52-3	45°19.69' с.ш; 150°44.595' в.д.	1700-1600	Lv52-3-6a	туфодиатомит
Lv52-4	45°13.864' с.ш. 150°39.627' в.д.	1800-1700	Lv52-4-2в	туфодиатомит
			Lv52-4-3	туфодиатомит
Lv52-5	45°08.792' с.ш; 150°42.092' в.д.	3000-2850	Lv52-5-2a	туфодиатомит
			Lv52-5-2б	туфодиатомит
			Lv52-5-2в	туфодиатомит

Lv52-7	45°18.852' с.ш; 150°01.091' в.д.	400-380	Lv52-7-8a	туффит
			Lv52-7-8б	туффит
Lv52-8	44°22.01' с.ш; 148°51.0' в.д.	2650-2400	Lv52-8-1	конгломерат с ЖМК
Lv52-9	44°25.539' с.ш 148°59.896' в.д.	3200-2900	Lv52-9a	песчаник
Lv52-11	44°29.45' с.ш; 149°02.27' в.д.	2500-2200	Lv52-11-1	туфодиатомит
			Lv52-11-2	туфодиатомит
			Lv52-11-3a	туфопесчаник?
			Lv52-11-3в	туффит?
			Lv52-11-3г	туфодиатомит
			Lv52-11-4	туфодиатомит
Lv52-12	44°28.618' с.ш; 148°57.151' в.д.	2300-2000	Lv52-12-1a	туфодиатомит
			Lv52-12-2	туфодиатомит
			Lv52-12-3	туфодиатомит
Lv52-13	44°28.129' с.ш; 148°55.959' в.д.	2200-1900	Lv52-13-2	туфодиатомит
			Lv52-13-3	туффит
			Lv52-13-4a	туфодиатомит
			Lv52-13-5	туфодиатомит
			Lv52-13-6	туффит
Lv52-14	44°30.518' с.ш; 149°01.963' в.д.	2300-2000	Lv52-14-1	туфодиатомит
			Lv52-14-2	туфодиатомит
			Lv52-14-2a	туффит?
			Lv52-14-3	туфодиатомит
			Lv52-14-4	туфодиатомит
			Lv52-14-5	туфодиатомит
			Lv52-14-7	туффит?
Lv52-15	45°18.655' с.ш; 149°56.228' в.д.		Lv52-15-76	глина?

Таблица 2. Корреляционные материалы глубоководного бурения и драгирования

<u>Материалы глубоководного бурения</u>				
Скважины	Координаты	Глубина воды, м	Глубина бурения, м	
56 рейс «Glomar Challenger», 1980 г.				
Северо-западная котловина Тихого океана				
436	39°55.96' с.ш; 145°33.47' в.д.	5240.0	397.5	
Островной склон Японского желоба				
434	39°44.76' с.ш; 144°06.12' в.д.	5985.8	301.0	
434А	39°44.76' с.ш; 144°06.12' в.д.	5985.8	160.5	
434В	39°44.87' с.ш; 144°06.08' в.д.	5986.0	637.5	
438В	40°37.80' с.ш; 143°14.80' в.д.	1564.5	1040.7	
186 рейс «JOIDES Resolution», 2000 г.				
1151А	38°45' с.ш; 143°20' в.д.	2182.2	1113.6	
145 рейс «JOIDES Resolution», 1993 г.				
Гайот Детройт (Императорский хребет)				
884В	51°27.03' с.ш.; 168°20.23' в.д.	3824.8	853.9	
<u>Материалы драгирования</u>				
Станции отбора проб драгирования	Координаты	Глубины водного столба, м	Номер образца	Тип породы
21 рейс НИС «Первенец», 1974 г. Нач. экспед. И.И. Берсенева				
Японское море				
<i>Континентальный склон Приморья</i>				
1061	42°26.9' с.ш. 131°47.4' в.д.	800-770	1061	алевролит
			1061-1	алевролит
1108	42°23.4' с.ш. 131°44.2' в.д.	1050-1000	1108-1	алевролит
24 рейс НИС «Первенец», 1975 г. Нач. экспед. И.И. Берсенева				
<i>Возвышенность Кита-Оки</i>				
1249	37°57.1' с.ш. 134°21.3' в.д.	1850-1800	1249-2	туф
1250	37°55.4' с.ш. 134°19.0' в.д.	1900-1850	1250-3	туф ?
<i>Хребет Оки</i>				
1270	36°48.2' с.ш. 134°10.9' в.д.	1300-1250	1270-1ф	Трепеловидная порода
1272	36°47.6' с.ш. 134°10.0' в.д.	1200-1150	1272-2ф	диатомит

<i>Хребет Северное Ямато</i>				
1402	39°08.5' с.ш. 133°25.2' в.д.	1100-100	1402	туф тонкозернистый
			1402-1	туф тонкозернистый
			1402-2	туффит глинистый
1420	39°20.5' с.ш. 133°23.3' в.д.	1300-1200	1420	диатомит
			1420-2	туфодиатомит
<i>Хребет Южное Ямато</i>				
1440	39°03.3' с.ш. 133°59.0' в.д.	1260-1200	1440	глина диатомовая
1443	38°53.2' с.ш. 133°42.6' в.д.	1400-1300	1443-2	туф пепловый
1444	38°53.0' с.ш. 133°42.5' в.д.	1550-1450	1444	туфопесчаник
			1444-5	туфодиатомит
1448	38°59.8' с.ш. 133°52.7' в.д.	1050-1000	1448	туфодиатомит
			1448-1	туфодиатомит
			1448-2	туф с диатомеями
1452	39°04.5' с.ш. 134°01.5' в.д.	1230-1150	1452-6	песчаник
1460	39°17.9' с.ш. 134°25.8' в.д.	1160-1100	1460	ил диатомовый
33 рейс НИС «Первенец», 1979 г. Нач. экспед. И.К. Пуцин				
1819	39°38.0' с.ш. 135°38.8' в.д.	1050-950	1819-1	песчаник
1821	39°39.0' с.ш. 135°39.9' в.д.	1050-950	1821-2	песчаник
<i>Хребет Северное Ямато</i>				
1848	39°39.0' с.ш. 135°25.9' в.д.	1100-1000	1848-1а	туф
			1848-1б	туф
1850	39°38.1' с.ш. 133°24.0' в.д.	1250-1150	1850-6	туффит
34 рейс НИС «Первенец», 1980 г. Нач. экспед. И.И. Берсенев				
2001	40°04.2' с.ш. 133°28.4' в.д.	1900-1850	2001-1	диатомит
			2001-2	диатомит
			2001-3	диатомит
37 рейс НИС «Первенец», 1981 г. Нач. экспед. И.И. Берсенев				
2149	40°13.5' с.ш. 133°49.8' в.д.	1900-1800	2149-2	песчаник
2157	40°06.4' с.ш. 133°43.7' в.д.	2250-2100	2157	туфоалевролит
2164	40°03.5' с.ш. 133°34.9' в.д.	1550-1400	2164-1	алевролит фосфатизированный
			2164-2	туффит
30/31 рейс НИС «Профессор Богоров», 1990 г. Нач. экспед. Е.П. Леликов				
2690	39°52.7' с.ш. 133°16.9' в.д.	1400-1200	2690-2	туфодиатомит

20 рейс НИС «Первенец», 1973 г. Нач. экспед. И.И. Берсенева				
<i>Плато Уллын (возв. Кристофовича)</i>				
946	37°43.0' с.ш. 130° 01.8' в.д.	1700-1600	946-12	туффит
949	37°43.7' с.ш. 130°01.8' в.д.	1650-1400	949-12	туффит
33 рейс НИС «Первенец», 1979 г. Нач. экспед. И.И. Берсенева				
1859	38°30.0' с.ш. 131°33.5' в.д.	1500-1400	1859-9а	туфоалевролит
1861	38°07.8' с.ш. 132°10.3' в.д.	2350-2200	1861-1г-2	туффит алевропсамитовый
			1861-4б	туффит алевропсамитовый
1870	38°01.0' с.ш. 130° 54.5' в.д.	1950-1800	1870-1в	туффит глинистый
			1870-2а	туф пепловый
52 рейс НИС «Академик М.А. Лаврентьев», 2010 г. Нач. экспед. М.Г. Валитов				
<i>Возвышенность Витязь</i>				
Lv52-19	43°57.39' с.ш. 138°05.73' в.д.	2000-1600	Lv52-19-1	туфопесчаник
			Lv52-19-1а	песчаник?
			Lv52-19-1б	туфопесчаник
Lv52-20	44°06.67' с.ш. 138°05.18' в.д.	1600-1350	Lv52-20-1	конгломераты с ЖМК
<i>Гора Петра Великого</i>				
Lv52-21	42°02.164' с.ш. 131°53.578' в.д.	2000-1600	Lv52-21	ил
Lv52-22	42°05.60' с.ш. 131°53.54' в.д.	1750-1550	Lv52-22-1а	диатомовая глина
			Lv52-22-1б	диатомовая глина
			Lv52-22-2а	диатомовая глина
			Lv52-22-2б	диатомовая глина
Lv52-23	42°05.04' с.ш. 131°51.44' в.д.	2350-1850	Lv52-23-8а	диатомовая глина
			Lv52-23-8б	диатомовая глина
			Lv52-23-8в	диатомовая глина
64 рейс НИС «Академик М.А. Лаврентьев», 2013 г. Нач. экспед. В.Б. Лобанов				
Lv64-7	42°03.74' с.ш. 131° 57.61' в.д.	2230-1705	Lv64-7-Н1	туфодиатомит
			Lv64-7-Н2	глина диатомовая с пирокластикой
			Lv64-7-Н3а	глина диатомовая с пирокластикой
			Lv64-7-Н4	туфодиатомит
			Lv64-7-Н5	туфодиатомит
Lv64-8	42°01.70' с.ш. 131°57.61' в.д.	2800-2400	Lv64-8-1	ил
			Lv64-8-2	ил

41 рейс НИС «Академик М.А. Лаврентьев», 2006 г. Нач. экспед. М.Г. Валитов				
<i>Охотское море</i>				
Lv41-5	53°23.36'с.ш.; 149°29.9' в.д.	1330-1100	Lv41-5-4	аргиллит с малакофауной
			Lv41-5-6	туфодиатомит
			Lv41-5-7	алевролит
Lv41-6	53°06.75' с.ш.; 149°05.7' в.д.	1300-1180	Lv41-6-5	туф ?
Lv41-8	53°07.04' с.ш.; 149°03.8'в.д.	1390-1250	Lv41-8-26а	алевролит
			Lv41-8-26п	песчаник
			Lv41-8-30	алевроаргиллит
Lv41-9	53°14.94' с.ш.; 149°03.87'в.д.	1450-1150	Lv41-9-10	гравелит
			Lv41-9-13	алевролит крупнозернистый
			Lv41-9-13а	алевролит крупнозернистый ?
Lv41-10	53° 06.1' с.ш.; 149° 30.0'в.д	1240-1140	Lv41-10-1	аргиллит
			Lv41-10-3	аргиллит карбонизированный
Lv41-12	53°01.42' с.ш.; 150°21.62'в.д.	925-770	Lv41-12-4а	туффит с ЖМК
			Lv41-12-4б	туффит с ЖМК
Lv41-19	45°59.73' с.ш; 152°07.78'в.д.	2045-1860	Lv41-19-5	песчаник

Радиол. компл. и зоны	Номера образцов	Таксоны радиолярий																						
		<i>Cromyechinus antarctica</i>	<i>Prunulum</i> sp.	<i>Pyloniium</i> (?) sp.	<i>Larnacalpis</i> sp.	<i>Tetrapyle</i> sp.	<i>Ommatartus</i> sp.	<i>Spirema</i> ex gr. <i>solaria</i>	<i>Spirema melonia</i>	<i>Spirema</i> sp.	<i>Tholospyra cervicornis</i>	<i>Tholospyra</i> sp.	<i>Plectacantha</i> aff. <i>oikiskos</i>	<i>Streblacantha circumtexta</i>	<i>Larcopyle</i> cf. <i>butschlii</i>	<i>Larcopyle labyrinthusa</i>	<i>Larcopyle nebulum</i>	<i>Larcopyle polyacantha amplissima</i>	<i>Lithelium nautiloides</i>	<i>Lithelium alveolina</i>	<i>Lithelium minor</i> F.A.+F.B	<i>Lithelium</i> sp.		
Ly.s	Lv52-5-2в-1	2.1							0.5		3.1		2.1											
В.а.	Lv52-5-2б-1 H4-21/2-3	1.8							1.8	1.8			4.1											3.5
St.u.	Lv52-1-7(?) Lv52-1-7a(?) Lv52-1-8a(?)																							
E.m.	Lv41-1(?) Lv37-13-5 Lv37-32-2в Lv37-32-1 Lv37-32-2а Lv37-32-2б Lv52-9а Lv37-12-3 Lv37-12-2 Lv37-13-1 Lv37-13-3(?) Lv37-12-4(?) Lv37-12-4а(?) Lv37-20-1а(?)	1.9 0.8				0.8 1.6		1.5 1.4 2.3 1.7		3.1			5.9 7.7 2.7 10.2 1.7										0.8	
Sp.o.	Lv37-13-2(?) Lv37-12-1с Lv37-12-1а Lv37-12-1							0.8 0.9			4.2 1.8 3.0	0.8 0.9	0.8 1.8 3.0								1.7 0.9 F.B.	1.7 1.8 3.0		
L.p.-Lithr.	Lv37-36-1 Lv52-2-7а Lv52-2-7а-1 Lv52-2-7б Lv52-2-7г H4-21/2-1 H4-21/2-2 Lv52-12-1а				3.2	1.3		1.1	0.7	7.5 7.3	6.5				1.1	0.7		4.3					3.0	1.1
Lym.-Thr.	Lv52-12-3								2.0					1.8								3.6		
E.i. a	198-5 198-14														2.8			6.9						
D.(?)s. P.h.	Lv52-13-4а 198-19															1.4		6.8 6.9					2.7	
Lip.j.c.- G.d	Lv52-11-2 Lv52-11-3а Lv52-11-3в Lv52-11-3г Lv52-11-4 Lv52-11-1 Lv37-35-1 Lv37-36-1 Lv37-36-3 Lv37-36-5		0.3 2.1					0.4			1.5 2.2 0.8 1.0			0.8 2.2			1.2	2.9 0.8		4.4 0.3 1.6 4.1 2.6	2.9 2.8 2.9 1.0 5.2			
S.n.- S.a.	Lv52-13-3 Lv52-13-2 Lv52-14-2а Lv52-14-2 Lv52-14-1 Lv52-13-5 Lv52-13-6					1.7		3.2	7.9	7.9	4.3					1.6		0.9		3.5	19.0			
H.n.-H.o. C.r.	Lv52-3-6а 447-2(1) 146							0.2										7.1			2.6 F.A.	0.7		
Pr.s.-D.b	112L-1																							
Pr.s.- L.c.	172-3 Lv37-37-3 Lv37-37-1 Lv52-4-3 Lv52-4-2в								6.7									6.7						1.9
X.r.	447-2		1.3															1.3						

Продолжение таблицы 3

Радиол. компл. и зоны	Номера образцов	Таксоны радиолярий																				
		<i>Prunopyle occidentalis</i>	<i>Prunopyle prunoides</i>	<i>Prunopyle solida</i>	<i>Prunopyle titan</i>	<i>Prunopyle</i> sp. F.A.+F.B.	<i>Spiromultitunica circumflexa</i>	<i>Spirotunica haackei</i>	<i>Spirotunica spiralis</i>	<i>Spirotunica cf. elliptica</i>	<i>Spirotunica polyacantha</i>	<i>Spirotunica irregularis</i>	<i>Spirotunica</i> sp.	<i>Stylodictya ornata</i>	<i>Stylodictya stellata</i>	<i>Stylodictya validispina</i>	<i>Stylodictya</i> sp.	<i>Staurodictya medusa</i>	<i>Porodiscus ellipticus</i>	<i>Amphymenium amphistylitum</i>	<i>Amphymenium splendicarmatum</i>	<i>Spongurus pylomaticus</i>
Ly.s	Lv52-5-2B-1 Lv52-5-26-1											1.5		2.6	1.5							
B.a.	H4-21/2-3							7.0				3.1		1.8								3.5
St.u.	Lv52-1-7(?) Lv52-1-7a(?) Lv52-1-8a(?)																					
E.m.	Lv41-1(?) Lv37-13-5 Lv37-32-2B Lv37-32-1 Lv37-32-2a Lv37-32-26 Lv52-9a Lv37-12-3 Lv37-12-2 Lv37-13-1 Lv37-13-3(?) Lv37-12-4(?) Lv37-12-4a(?) Lv37-20-1a(?)					1.5		3.1	2.7			2.0		3.1	2.7						1.5	
											3.3	1.7	0.8	1.4	0.8	3.9					0.8	
												1.9		1.7	1.7							
												0.8		0.8							1.7	
						4.5		0.9				0.8		0.9	0.9						3.6	
								3.0				3.0									3.0	
Sp.o.	Lv37-13-2(?) Lv37-12-1c Lv37-12-1a Lv37-12-1																					+
L.p.-Lith.r.	Lv37-36-1 Lv52-2-7a Lv52-2-7a-1 Lv52-2-7b Lv52-2-7r H4-21/2-1 H4-21/2-2 Lv52-12-1a							3.0				6.0		6.0	4.5							
								10.0				4.3		7.0								
								1.1	4.3	1.1		10.8	4.3	1.1								
Ly.m.-Th.r.	Lv52-12-3											3.6	3.6	1.8	1.8							
E.i. a	198-5 198-14					1.0		5.9	6.9			4.0	3.0	3.0				2.0				
D. (?) S.	Lv52-13-4a																					
P.h.	198-19					3.4						3.4	3.4					3.4				3.4
Lip.j.c.-G.d	Lv52-11-2 Lv52-11-3a Lv52-11-3B Lv52-11-3r Lv52-11-4 Lv52-11-1 Lv37-35-1 Lv37-36-1 Lv37-36-3 Lv37-36-5		2.9	0.9	0.3	1.6	0.3	0.3	1.0	7.4	4.3	1.2	1.5	0.3	0.4		0.3	0.3	0.8	0.4	1.5	1.6
										4.9	2.1	1.2	4.1	9.1		0.3		0.3	0.6	0.6		
										5.2	10.4	16.9										
						0.9	1.7	2.6				4.3	0.9	1.7							2.6	
						1.6		3.2														
S.n.-S.a.	Lv52-13-3 Lv52-13-2 Lv52-14-2a Lv52-14-2 Lv52-14-1 Lv52-13-5 Lv52-13-6	0.9				4.3	1.7	0.9	3.8		0.9	2.6			1.7		0.9					
H.n.-H.o	Lv52-3-6a	1.3							9.2	2.6		6.6								2.6	3.9	
C.r.	447-2(1) 146		6.7		0.5			7.6		3.7		0.7			0.2		0.2	0.2	0.2			
Pr.s.-D.b	1121-1		22.7								2.3			2.3								
Pr.s.-L.c.	172-3 Lv37-37-3 Lv37-37-1 Lv52-4-3 Lv52-4-2B	0.6	6.7		3.3			3.3	10.0		3.3			3.3		3.3		3.3				
X.r.	447-2		15.6	0.6	0.6			6.5	0.6		0.6						2.6					

Продолжение таблицы 3

Радиол. компл. и зоны	Номера образцов	Таксоны радиолярий																							
		<i>Lithomelissa</i> cf. <i>campanulaeformis</i>	<i>Lithomelissa</i> (?) <i>charlestonensis</i>	<i>Lithomelissa</i> <i>sphaerocephalis</i>	<i>Lithomelissa</i> <i>tricornis</i>	<i>Lithomelissa</i> <i>macroptera</i> F.A.+F.B.	<i>Lithomelissa</i> sp.	<i>Tripitidium</i> sp.	<i>Stichopilium</i> <i>bicorne</i>	<i>Gondwanaria</i> sp.	<i>Lipmanella</i> <i>japonica</i>	<i>Lipmanella</i> <i>japonica</i> <i>conica</i>	<i>Lipmanella</i> <i>pilva</i>	<i>Lophophaena</i> sp.	<i>Thecosmus</i> sp.	<i>Lophocorys</i> sp.	<i>Cyrtopera</i> <i>laguncula</i>	<i>Lithopera</i> <i>renza</i>	<i>Theocyrtis</i> <i>lithos</i>	<i>Theocyrtis</i> <i>diabloensis</i>	<i>Lithomitrisa</i> <i>conica</i>	<i>Lithomitrisa</i> sp.			
Ly.s	Lv52-5-2B-1 Lv52-5-26-1																								
B.a.	H4-21/2-3																								
St.u.	Lv52-1-7(?) Lv52-1-7a(?) Lv52-1-8a(?)																								
E.m.	Lv41-1(?) Lv37-13-5 Lv37-32-2B Lv37-32-1 Lv37-32-2a Lv37-32-26 Lv52-9a Lv37-12-3 Lv37-12-2 Lv37-13-1 Lv37-13-3(?) Lv37-12-4(?) Lv37-12-4a(?) Lv37-20-1a(?)	0.9				+	1.5								1.5										
Sp.o.	Lv37-13-2(?) Lv37-12-1c Lv37-12-1a Lv37-12-1																								
L.p.- Lith.r.	Lv37-36-1 Lv52-2-7a Lv52-2-7a-1 Lv52-2-76 Lv52-2-7B Lv52-2-7r H4-21/2-1 H4-21/2-2 Lv52-12-1a							1.3																	
Lym.-Thr.	Lv52-12-3																3.6								
E.i. a	198-5 198-14																	2.8							
D. (?) P.h.	Lv52-13-4a 198-19	1.4	1.4		1.4	1.4						1.4													
Lip.j.c.- G.d	Lv52-11-2 Lv52-11-3a Lv52-11-3B Lv52-11-3r Lv52-11-4 Lv52-11-1 Lv37-35-1 Lv37-36-1 Lv37-36-3 Lv37-36-5						0.3		0.6			0.3		0.3		1.3		0.3	0.4	0.6					
S.n.- S.a.	Lv52-13-3 Lv52-13-2 Lv52-14-2a Lv52-14-2 Lv52-14-1 Lv52-13-5 Lv52-13-6																	0.9							
H.n.-H.o	Lv52-3-6a																		1.3						
C.r.	447-2(1) 146																								
Pr.s.-D.b	1121-1					2.3																			
Pr.s.- L.c.	172-3 Lv37-37-3 Lv37-37-1 Lv52-4-3 Lv52-4-2B						2.3																+		
X.r.	447-2		1.3				3.2		1.9									2.6	1.3	11.0	7.1				

Таблица 4. Количественное содержание радиолярий: общее и таксонов высокого ранга в отложениях островного склона Курило-Камчатского желоба

Номера образцов	Общее кол-во, экз./г	Spumellaria, экз./г	Nassellaria, экз./г	Collodaria, экз./г	$R_{s/n}^a$	Неопределенные таксоны, экз./г
Lv52-5-2в-1	2950	730	2040		0.36	180
Lv52-5-2б-1	1732	293	1214		0.24	225
H4-21/2 -3	2745	1252	1252	48	1.00	193
Lv52-1-7	единично					
Lv52-1-7а	единично					
Lv52-1-8а	единично					
Lv41-1	единично					
Lv37-13-5	736	164	491	27	0.33	54
Lv37-32-2в	1009	366	576	52	0.64	15
Lv37-32-1	1827	568	1012	25	0.56	222
Lv37-32-2а	2014	671	1071		0.63	272
Lv37-32-2б	1972	624	1118		0.56	230
Lv52-9а	1596	570	684	342	0.83	
Lv37-12-3	2966	1763	882	27	2.00	294
Lv37-12-2	2639	1749	583	31	3.00	276
Lv37-13-1	574	207	331		0.63	36
Lv37-13-3	единично					
Lv37-12-4	единично					
Lv37-12-4а	единично					
Lv37-20-1а	единично					
Lv37-13-2	единично					
Lv37-12-1с	413	275	138		1.99	
Lv37-12-1а	единично					
Lv37-12-1	426	131	295		0.44	
Lv37-36-1	314	157	157		1.00	
Lv52-2-7а	единично					
Lv52-2-7а-1	единично					
Lv52-2-7б	единично					
Lv52-2-7в	единично					
Lv52-2-7г	единично					
H4-21/2-1	4099	2142	1407		1.52	550
H4-21/2-2	10738	4400	6263	75	0.70	
Lv52-12-1а	2501	2060	441		4.67	
Lv52-12-3	3124	1212	1721	127	0.70	64
198-5	1368	1246	81	27	15.38	14
198-14	2098	1611	242	161	6.66	84
Lv52-13-4а	10678	3250	6190		0.53	1238

Продолжение таблицы 4

198-19	1200	1159	41		28.27	
Lv52-11-2	единично					
Lv52-11-3a	2049	854	854		1.00	341
Lv52-11-3b	5241	1537	3024		0.51	680
Lv52-11-3г	41123	8403	30428		0.28	2292
Lv52-11-4	1776	782	804		0.97	190
Lv52-11-1	9294	4722	4064	30	1.16	478
Lv37-35-1	6241	4539	1297		3.50	405
Lv37-36-1	100	79	21		3.76	
Lv37-36-3	660	94	566		0.17	
Lv37-36-5	3617	1667	1856		0.90	94
Lv52-13-3	3954	2322	1569		1.48	63
Lv52-13-2	единично					
Lv52-14-2a	4810	2571	2156		1.19	83
Lv52-14-2	220	110	110		1.00	
Lv52-14-1	единично					
Lv52-13-5	406	135	271		0.50	
Lv52-13-6	2031	781	1250		0.62	
Lv52-3-6a	3460	2959	319		9.28	182
447-2 (1)	4060	3970	90		44.11	
146	единично					
1121-1	571	493	39		12.64	39
172-3	единично					
Lv37-37-3	единично					
Lv37-37-1	2281	1866	415		4.50	
Lv52-4-3	единично					
Lv52-4-2b	1181	651	530		1.23	
447-2	330	281	10		28.10	39

Список сокращений

ККЖ –	Курило-Камчатский желоб
БКГ –	Большая Курильская гряда
МКГ –	Малая Курильская гряда
ПХВ –	Подводный хребет Витязь
Радиол.	Радиоляриевые комплексы
КОМПЛ. –	

Названия видов радиолярий, зональных подразделений и комплексов

<i>A. auriculaleporis</i> –	<i>Artobotrus auriculaleporis</i>
<i>Amph. setosa</i> –	<i>Amphimelissa setosa</i>
<i>Botr. aquilonaris</i> , <i>B.a</i> –	<i>Botryostrobus aquilonaris</i>
<i>C. costata</i> –	<i>Calocycletta costata</i>
<i>C. semipolita</i> –	<i>Calocyclas semipolita</i>
<i>C.r.</i> –	<i>Ceratocyrtis robustus</i>
<i>Cerat. borealis</i> –	<i>Ceratospyris borealis</i>
<i>Colosph. reynoldsi</i> –	<i>Collosphaera reynoldsi</i>
<i>Cromyech. lingii</i> –	<i>Cromyechinus lingii</i>
<i>Cyclad. davisiana</i> –	<i>Cycladophora davisiana</i>
<i>Cyclad. sakaii</i> –	<i>Cycladophora sakaii</i>
<i>D. (?) sakaii</i> , <i>D. (?) s</i> –	<i>Dendrospyris (?) sakaii</i>
<i>Dendrosp. (?) sakaii</i> –	<i>Dendrospyris (?) sakaii</i>
<i>D. robustus</i> –	<i>Dictyophimus robustus</i>
<i>Dendr. sachalin.</i> –	<i>Dendrospyris sachalinensis</i>
<i>Dict. bullatus</i> –	<i>Dictyophimus bullatus</i>
<i>Dor. bergontianus</i> –	<i>Doryphacus bergontianus</i>
<i>E.i.</i> –	<i>Eucyrtidium inflatum</i>
<i>E. motoyama</i> , <i>E. m.</i> –	<i>Eucyrtidium motoyama</i>
<i>E. tumidulum</i> –	<i>Eucyrtidium tumidulum</i>
<i>Euc. asanoi</i> –	<i>Eucyrtidium asanoi</i>
<i>Eusyr. incrassatum</i> –	<i>Eusyringium incrassatum</i>
<i>H. (?) extima</i> –	<i>Haliomma (?) extima</i>
<i>H. eocenica</i> –	<i>Haliomma eocenica</i>
<i>H. oculatum</i> –	<i>Haliomma oculatum</i>
<i>H. nobile</i> – <i>H. ocul.</i> , <i>H.n.</i> –	<i>Haliomma nobile</i> – <i>Haliomma</i>
<i>H.o.</i> –	<i>oculatum</i>
<i>H. parviakitaensis</i> –	<i>Hexacantium parviakitaensis</i>

Hex. minerva –	Hexacantium minerva
L. hannai –	Lamprocyclas hannai
L. klingi –	Lithelius klingi
L. magn.-Th. redond. –	Lychnocanoma magnacornuta – Theocorys redondoensis
L. nip. magn. –	Lychnocanoma nipponica magnacornuta
Larcop. pylomat. –	Larcopyle pylomaticus
Lip. redondoensis	Lipmanella redondoensis
Lip. J.c. – G.d.	Lipmanella japonica conica – Gondvanaria dogielii
Lith. minuta –	Lithomitra minuta
Lithel. barbatus –	Lithelius barbatus
Lithoc. radicula, Lith. r –	Lithocampe radicula
Lych. parallelipes, L. p –	Lychnocanoma parallelipes
Lych. sakaii, Ly. s. –	Lychnocanoma sakaii
Lychn. magn., Ly. m. –	Lychnocanoma magnacornuta
Lychnocan. elongata –	Lychnocanoma elongata
O. antepenultimus –	Ommatartus antepenultimus
O. penultimus –	Ommatartus penultimus
Pent. hokurikuensis. P.h –	Pentactinosphaera hokurikuensis
Podoc. papalis –	Podocyrtilis papalis
Pr. s – L.c. –	Prunopyle solida – Lithometrissa conica
S. osculosus –	Spongodiscus osculosus
Sp. o –	Spongopyle osculosa
S. pylomaticus –	Spongurus pylomaticus
S.n.- S.a. –	Siphocampe nodosaria – Siphocampe arachnea
Sch. japonicus –	Schizodiscus japonicus
Spuriocl. sphaeris –	Spurioclathrocyclas sphaeris
Spur. urymen.,	Spurioclathrocyclas urymensis
Spurioclath. urymensis –	
Stich. delmontensis –	Stichocorys delmontensis
Stich. peregrina –	Stichocorys peregrina
Styl. universus, St. u.–	Stylatractus universus
Stylod. validispina –	Stylodictya validispina
Th. redondoensis, Th.r –	Theocorys redondoensis
Th. striata striata –	Theocampe striata striata
Thol. cervic. –	Tholospyra cervicornis

X. r. –

Xiphatractus radiosus

Сокращение ярусов

Аквит. –	Аквитанский
Бурдиг., Бурдигаль. –	Бурдигальский
Г. –	Гелазский
З., Занк. –	Занклский
К. –	Калабрийский
Л., Ланг. –	Лангийский
М., Месс. –	Мессинский
Приабон. –	Приабонский
П. –	Пьяченцкий
Сер. –	Серравальский

Сокращения подотделов

В., Верх., Вер. –	Верхний
Н., Ниж., Нижн. –	Нижний
С., Сред. –	Средний