

Работы молодых ученых

УДК 563.14(265.54)

ВЕРХНЕКАЙНОЗОЙСКИЕ РАДИОЛЯРИИ ИЗ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ПОДВОДНОЙ ГОРЫ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

© 2015 Л.Н. Василенко

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Тихоокеанский океанологический институт им. Ильичева ДВО РАН,
г. Владивосток, 690041; e-mail: lidia@poi.dvo.ru*

Изучены радиолярии из отложений подводной горы Петра Великого (Японское море). Особенности таксономического состава и присутствие видов-индексов позволили установить ассоциации радиолярий, соответствующие радиоляриевым зонам: позднего миоцена (*Lychnocanoma nipponica magnacornuta* и *Theocorys redondoensis*), плиоцена (*Clathrocyclas bicornis*) и плейстоцена (*Cycladophora davisiana*), выделенным ранее в северо-западной области Тихого океана. Представленные результаты согласуются с данными других биостратиграфических методов. Встреченные в отложениях позднеолигоценовые и раннемиоценовые радиолярии могут свидетельствовать об участии отложений этого возраста в формировании осадочного чехла подводной горы Петра Великого.

Ключевые слова: радиолярии, олигоцен, миоцен, плиоцен, плейстоцен, гора Петра Великого.

Изучение радиолярий в отложениях Японского моря были начаты в 70-х годах прошлого века. В аргиллитовой толще континентального склона залива Петра Великого С.В. Точиловой были впервые установлены радиолярии палеоген-раннемиоценового возраста (Пущин и др., 1977), а в последующих работах, были предложены первые биостратиграфические схемы по радиоляриям для неоген-плейстоценовых отложений Японского моря и континентального склона (Точилина, 1978, 1985). Изучению радиолярий Японского моря так же посвящены работы (Цой, Шастина, 1999; Alexandrovich, 1992).

Глубоководное бурение в Японском море, было начато в середине 70-х годов XX века по Международному проекту DSDP (31 рейс «Гломар Челленджер») (Initial ..., 1975). В 2013 г. оно было продолжено по Международной программе IODP в 346 рейсе «ДЖОИДЕС Резолюшн». По геологическим материалам последнего рейса получена обширная информация по литологии, геохимии, палеомагнетизму, биостратиграфии (Tada et al., 2015). По результатам изучения глубоководного

разреза (скв. U1340), полученного в этом рейсе, наиболее древние отложения, имеющие среднемиоценовый возраст (зона *Eucyrtidium inflatum*) были установлены в юго-западной части плато Уллын (рисунок).

Подводная гора Петра Великого (ГПВ) расположена в северо-западной части Японского моря к югу от одноименного залива, рядом с возвышенностью Первенец (Сибирь) (Карнаух и др., 2013) (рисунок). Ее вершина расположена на глубине 1572 м. ГПВ соединяется с подножием материкового склона пологим подводным поднятием. Первые исследования по изучению ГПВ были выполнены геофизическими методами в рейсах на научно-исследовательском судне (НИС) «Профессор Гагаринский» (1990–2003 гг.) (Карнаух и др., 2005). Проводились эхолотный промер и непрерывное сейсмическое профилирование с пневмоисточником. Позднее, в 52 и 64 рейсах на НИС «Академик М.А. Лаврентьев» (2010 и 2013 гг.), исследования были продолжены и, впервые было проведено драгирование склонов горы (Карнаух и др., 2013). Возраст

осадочного чехла ГПВ был определен по результатам диатомового анализа, применённого к полученным образцам, верхним миоценом-плейстоценом. Позднее, это было подтверждено результатами спорово-пыльцевого анализа (Цой и др., 2014)¹.

Целью настоящей работы является изучение радиолярий из осадочного чехла подводной горы Петра Великого и на основе полученных данных определение возраста вмещающих их отложений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Материал: 15 образцов драгирования, поднятых на 5 станциях с глубины 2800–1550 м (рисунок, табл. 1) в 52 и 64 рейсах НИС «Академик М.А. Лаврентьев».

Обработка проб проводилась по методике Р.Х. Липман (1979).

Количественный анализ выделенных из образцов радиолярий, проводился согласно методике, предложенной С.В. Точиной (1978, 1985). Радиолярии изучались с помощью биологического микроскопа БИОЛАМ-И в препаратах с фиксированными навесками. Исследования включали следующие этапы: 1) подсчет общего количества радиолярий в навеске с последующим пересчетом на 1 г сухого осадка (экз./г); 2) определение таксономического состава радиолярий на основе сравнения морфологических особенностей скелетов с голотипами (табл. 2, фототабл. I, II); 3) подсчет количества скелетов радиолярий, идентифицированных до вида, а также экземпляров с открытой номенклатурой и скелетов плохой сохранности для выявления участие отдельных таксонов (в %) в радиоляриевых ассоциациях.

Согласно биостратиграфическим принципам по «доминированию», присутствию видов-индексов и «характерных» видов в настоящей работе определены ассоциации радиолярий, включающие два типа: *Nassellaria* (тип выделен С.В. Точиной (1997)) и *Spumellaria* (тип выделен С.В. Точиной и И.М. Поповой-Голл (2010)). Эти ассоциации соответствуют «радиоляриевым зонам» (Точиная, 1981, 1985; Funayama, 1988; Reynolds, 1980) и «слоям с радиоляриями» (Точиная, 1985) выделенным ранее в северо-западной области Тихого океана.

¹ Цой И.Б., Ващенко Н.Г., Вагина Н.К., Василенко Л.Н. Результаты изучения осадочных пород подводных гор Японской котловины (Японское море) // Отчет о результатах экспедиционных исследований в рейсе № 64 НИС «Академик М.А. Лаврентьев», Японское море (19 октября – 1 ноября 2013 г.). Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2014. С. 60–140.

В настоящей статье использованы результаты изучения доминирующих в плиоценовых ассоциациях подводной ГПВ представителей подсемейства *Theoriliinae*, которые были получены ранее (Василенко, 2014; Точиная, Василенко, 2015). При этом для уточнения таксономической принадлежности некоторых радиолярий была применена методика биометрического анализа, предложенная С.В. Точиной (1997).

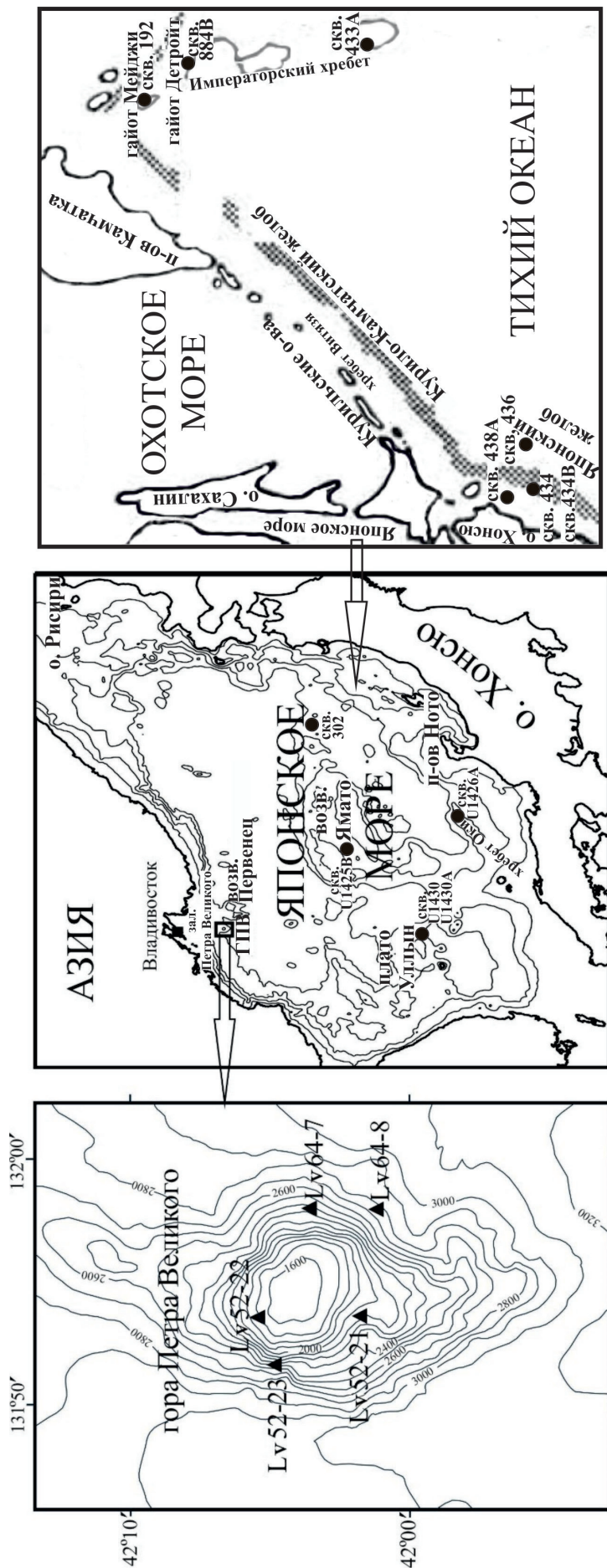
РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате изучения радиолярий были определены 48 таксонов из типа *Spumellaria* (из них 34 определены до вида) и 50 таксонов из типа *Nassellaria* (до вида определены 39). Выявленные особенности таксономического состава и присутствие видов-индексов позволили выделить ассоциации радиолярий, соответствующие радиоляриевым зонам трех возрастных уровней (табл. 2):

Поздний миоцен. Ассоциация с *Lychnocanoma nipponica magnacornuta* (обр. 7-N1 (табл. 1) — туфодиатомит), соответствует одноименной зоне, выделенной М. Фунаямой (Funayama, 1988) в средне-позднемиоценовых отложениях континентального разреза префектуры Судзу (Suzu) (п-ов Ното, о. Хонсю, Япония) (рисунок). Содержание скелетов радиолярий в осадках, охарактеризованных ассоциацией, составляет 1046 экз./г. Скелеты имеют преимущественно хорошую сохранность. На представителей типов *Spumellaria* и *Nassellaria* приходится по 42.7%. Содержание индекс-вида *Lychnocanoma nipponica magnacornuta* Sakai составляет 2.9%, доминирует вид *Clathrocycloma* ex gr. *cabrilloensis* (Campbell et Clark) — 13.2%. Тип *Spumellaria* представлен таксонами: *Cenosphaera* sp., *Stylodictya validispina* Jorgensen, *Stylotrochus sol* Campbell et Clark, *Spongotrochus* sp. и др., а тип *Nassellaria*: *Sethocorys* ex gr. *papillosum* Ehrenberg, *Theocorys redondoensis* (Campbell et Clark), *Cyrtopera languncula* Haeckel, *Petalospyris* sp. и др. (фототабл. I)

В изученных осадках так же встречены два экземпляра, принадлежащих виду *Challengeron* cf. *diodon* Haeckel (отряд Pheodaria) (фототабл. II). Этот вид имел широкое распространение в Японском море в плиоценовую эпоху (Ishitani, Takahashi, 2007) и в тропических широтах Мирового океана (Решетняк, 1966). Присутствие обсуждаемого вида в отложениях зоны *Lychnocanoma nipponica magnacornuta* позволяет предположить более ранний возраст его появления в Япономорском регионе².

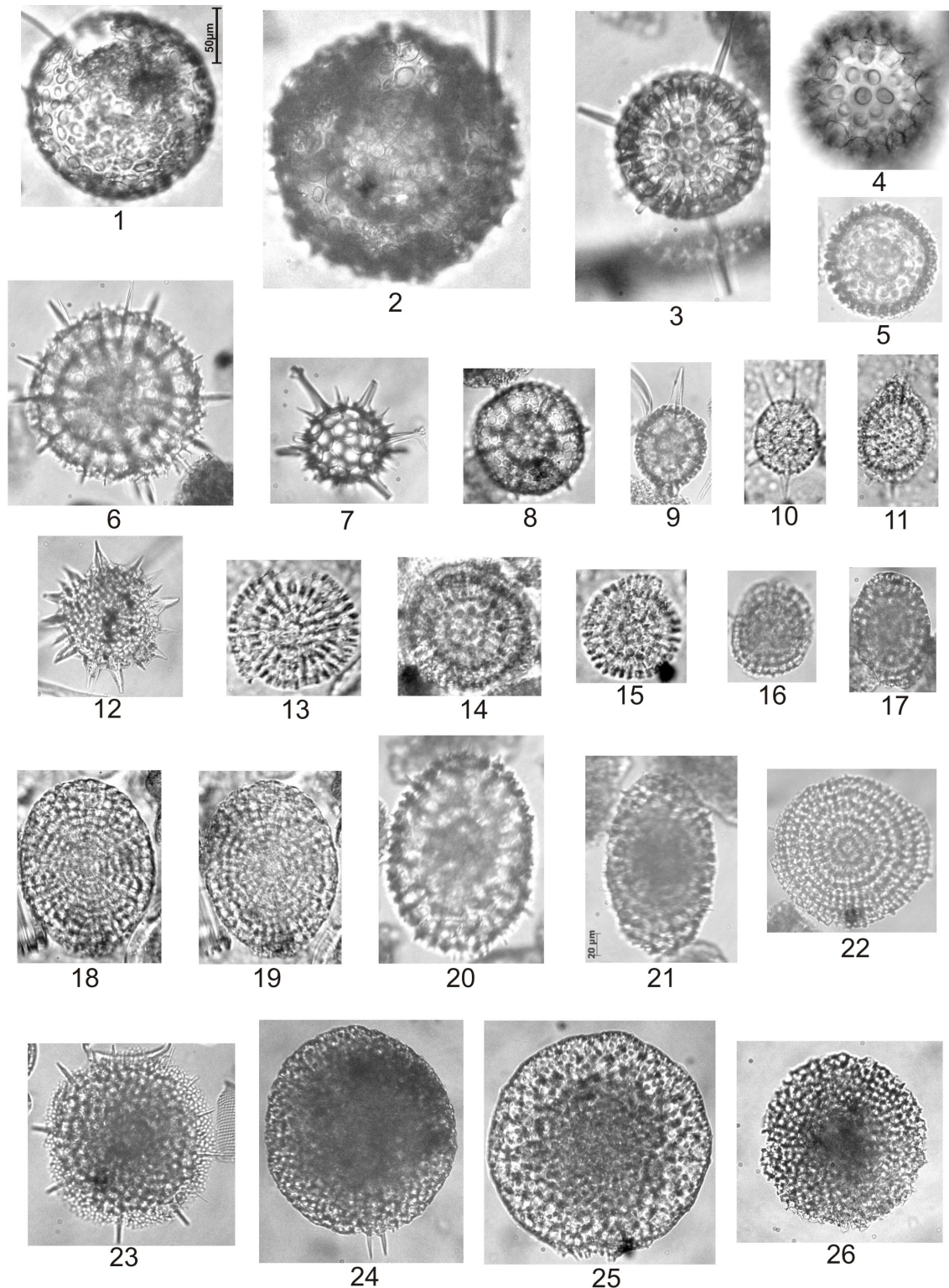
² В Норвежском море появление вида *Challengeron diodon* Haeckel отмечено в зоне *Antarctissa whitei* (5.2–4.0 млн. лет, что соответствует раннеплиоценовому времени) (Goll, Bjorklund, 1989).



Местоположение района исследований и станций драгирования на горе Петра Великого (ГПВ) (батиметрическая основа по (Карнаух и др., 2013), изобаты в м).

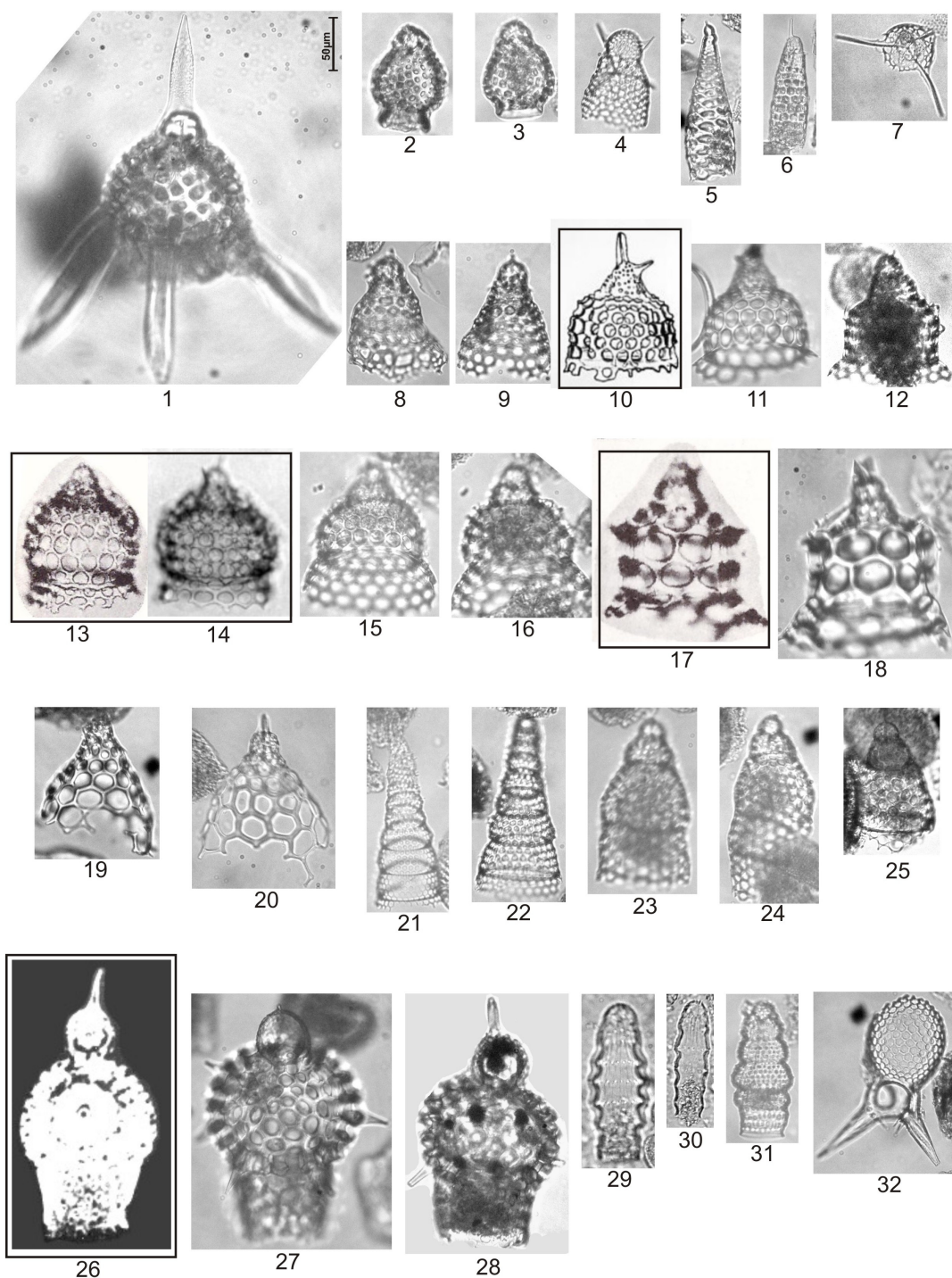
Таблица 1. Каталог изученных образцов

Станции	Координаты	Глубина, м	№ образца
52 рейс НИС «Академик М.А. Лаврентьев», 2010 г. Начальник экспедиции М.Г. Валигов			
Lv52-21	42°02.164' с.ш., 131°53.578' в.д.	2000-1600	21
Lv52-22	42°05.60' с.ш., 131°53.54' в.д.	1750-1550	22-1a, 22-1б, 22-2a, 22-2б
Lv52-23	42°05.04' с.ш., 131°51.44' в.д.	2350-1850	23-8a, 23-8б, 23-8в
64 рейс НИС «Академик М.А. Лаврентьев», 2013 г. Начальник экспедиции В.Б. Лобанов			
Lv64-7	42°03.74' с.ш., 131°57.61' в.д.	2230-1705	7-Н1, 7-Н2, 7-Н3a, 7-Н4, 7-Н5
Lv64-8	42°01.70' с.ш., 131°57.61' в.д.	2800-2400	8-1, 8-2



Фототаблица I. Позднекайнозойские радиоларии из осадков горы Петра Великого (тип Spumellaria): 1 — *Cenosphaera* aff. *durhami* Campbell et Clark: обр. 23-8В; 2 — *Carposphaera* sp.: обр. 22-16; 3 — *Hexalonche philosophica* Haeckel: обр. 7-Н3а; 4 — *Thecosphaera akitaensis* Nakaseko: обр. 7-Н2; 5 — *Thecosphaera tochigiensis* Nakaseko: обр. 7-Н2; 6 — *Actinomma boreale* Cleve: обр. 8-1; 7 — *Cladococcus scoparius* Haeckel: обр. 22-26; 8 — *Haliometta miocenica* Campbell et Clark: обр. 23-8В; 9-11 — *Druppatractus irregularis* Popofsky: 9 — обр. 7-Н3а; 10, 11 — обр. 7-Н5; 12 — *Heliodiscus* ex gr. *asteriscus* Haeckel: обр. 21; 13-15 — *Lithelius alviolina* Haeckel: обр. 7-Н5; 16, 17 — *Spirotunica spiralis* (Haeckel): обр. 7-Н2; 18, 19 — *Spiromultitunica circumflexa* Tochilina et Popova: обр. 7-Н5; 20 — *Larcopyle bütschlii* Dreyer: обр. 8-2; 21 — *Spirotunica polyacantha* (Campbell et Clark): обр. 7-Н4; 22 — *Stylodictya validispina* Jorgensen: обр. 22-26; 23 — *Stylochlamidium venustum* (Bailey): обр. 22-16; 24 — *Spongodiscus osculosus* Dreyer: обр. 22-16; 25 — *Spongopyle setosa* Dreyer: обр. 23-8а; 26 — *Spongodiscus resurgens* Ehrenberg: обр. 7-Н4.

ВЕРХНЕКАЙНОЗОЙСКИЕ РАДИОЛЯРИИ



Фототаблица II. Позднекайнозойские радиоларии из осадков горы Петра Великого (тип Nassellaria): 1 — *Lychnocanoma nipponica magnicornuta* Sakai: обр. 7-Н1; 2, 3 — *Sethocorys papillosum* (Ehrenberg): обр. 23-8в; 4 — *Lithometrissa thoracites* Haeckel: обр. 7-Н3а; 5 — *Cornutella bimarginata* (Haeckel): обр. 23-8в; 6 — *Cornutella annulata* Bailey: обр. 22-26; 7 — *Pseudodictyophimus gracilipes* (Bailey): обр. 22-16; 8, 9 — *Cycladophora davisiana* Ehrenberg: 8 — обр. 8-2; 9 — обр. 8-1; 10 — голотип *Clathrocyclas bicornis* (Hays, 1965: Pl.1, fig. 3) 11, 12 — *Clathrocyclas bicornis* Hays: 11 — обр. 22-26; 12 — обр. 22-1а; 13 — голотип *Spurioclathrocyclas sphaeris* (Порова, 1989: Табл. XI, фиг. 17), 14 — голотип *Cycladophora* (= *Spurioclathrocyclas*) *sakaii* (Motoyama, 1996: Pl. 4, fig. 5а), 15, 16 — *Spurioclathrocyclas sphaeris* Порова: 15 — обр. 7-Н2; 16 — обр. 7-Н3а; 17 — голотип *Cycladophora* (= *Spurioclathrocyclas*) *urymensis* (Порова, 1989: Табл. XI, фиг. 17), 18 — *Spurioclathrocyclas urymensis* (Порова): обр. 7-Н5; 19, 20 — *Clathrocycloma* ex gr. *cabrilloensis* (Campbell et Clark): обр. 7-Н4; 21, 22 — *Cyrtopera languncula* Haeckel: 21 — обр. 7-Н2; 22 — обр. 7-Н1; 23-25 — *Lithocampe* ex gr. *peregrina* (Riedel et Sanfilippo): 23, 24 — обр. 7-Н2; 25 — обр. 7-Н3а; 26 — голотип *Theocorys* (= *Theocorys*) *redondoensis* (Campbell et Clark, 1944: Pl. 7, fig. 4); 27, 28 — *Theocorys redondoensis* (Campbell et Clark): 27 — обр. 8-2; 28 — обр. 7-Н1; 29 — *Lithomitra arachnea* (Ehrenberg): обр. 7-Н5; 30 — *Lithomitra lineata* (Ehrenberg): обр. 7-Н5; 31 — *Botryostrobus bramlettei* (Campbell et Clark): обр. 22-26; 32 — Phaeodaria: *Challengeron* cf. *diodon* (Haeckel): обр. 7-Н1.

Возраст. Поздний миоцен. Ранее И. Мотояма с соавторами (Motoyama et al., 2009) проследили зону *Luchnosanoma nipponica magnacornuta* в морских отложениях о-ва Рисии (Японское море) (рисунок) и определили ее возраст 11.7–9.1 млн. лет. Позднее, по результатам изучения глубоководного разреза 346-U1425B (Японское море, возв. Ямато) (рисунок) (Tada et al., 2015), возраст обсуждаемой зоны был установлен в пределах 11.8–9.0 млн. лет, что согласуется с ранее полученными данными. Р. Тада с соавторами (Tada et al., 2015) так же отметили возможность появления вида-индекса в более древних отложениях.

Видовой состав диатомей, выделенных из изученного образца, совпадает с таковым из комплексов позднемиоценовой зоны *Denticulopsis katayama* (9.2–8.5 млн. лет) (Цой и др., 2014¹). М. Фунаямой (Funayama, 1988) проведено сопоставление диатомовых (Maquyama, 1984) и радиоляриевых зон, в результате которого, автором было установлено, что диатомовая зона *D. katayama* относится к верхней части радиоляриевой зоны *Luchnosanoma nipponica magnacornuta*. Сравнение данных, полученных по двум биостратиграфическим методам, позволяет определить возраст выделенных в настоящей работе радиолярий поздним миоценом, что соответствует верхней части зоны *Luchnosanoma nipponica magnacornuta* (≈ 9.1 млн. лет).

Распространение. Япономорская область, островной склон Японского желоба (Funayama, 1988; Kamikuri et al., 2004; Kato, Obuse, 2013 и др.).

Ассоциация с *Spurioclastrocyclas urymensis* (обр. 7-Н4, 7-Н5, 23-8а, 23-8б, 23-8в (табл. 1) — туфодиатомиты и диатомовые глины), соответствует зоне *Theocorys redondoensis*, выделенной П. Рейнолдсом (Reynolds, 1980) в позднемиоценовых отложениях островного склона Японского желоба. Содержание скелетов радиолярий в осадках, охарактеризованных ассоциацией, составляет 302–933 экз./г. Скелеты имеют хорошую и удовлетворительную сохранность. На долю представителей типов *Spumellaria* и *Nassellaria* приходится 28.7–61.3% и 34.2–57.2%, соответственно. Содержание вида-индекса *Theocorys redondoensis* (Campbell et Clark) составляет 1.2–3.8%. Доминирует вид *Spurioclastrocyclas urymensis* (Порова), содержание которого в некоторых образцах достигает 29.8% (табл. 2). Из представителей типа *Spumellaria* присутствуют: *Drupptractus irregularis* Popofsky, *Cenosphaera compacta* Haeckel, *Cenosphaera* aff. *durhami* Campbell et Clark и др. Тип *Nassellaria* представлен видами: *Cornutella bimarginata* (Haeckel), *Clathrocycloma cabrilloensis* (Campbell et Clark), *Theocorys redondoensis* (Campbell et Clark), *Theocorys spinosus* Shastina и др.

Возраст. Поздний миоцен. В Японском море в морских отложениях о. Рисии (рисунок) И. Мотояма с соавторами (Motoyama et al., 2009) определили возраст зоны *Theocorys redondoensis* 9.1–7.3 млн. лет³.

Следует отметить присутствие в образцах 7-Н4 и 7-Н5 вида *Spiromultitunica circumflexa* Tochilina et Porova, раковины которого имеют хорошую сохранность (фототабл. I). Этот вид активно развивался в позднеолигоценую эпоху и единично прослеживается в раннемиоценовых отложениях (Точилина, 1985). Наличие 3.4–4.8% экземпляров этого вида предполагает присутствие позднеолигоценых-раннемиоценовых отложений в осадочном чехле ГПВ, установленных ранее на континентальном склоне залива Петра Великого (рисунок) (Вашенкова и др., 2009; Пущин и др., 1977). Так же, встречен один экземпляр *Dendrospyris* aff. *suganoi* Sugiyama et Furutani, известный из позднеолигоценых-раннемиоценовых отложений островного склона Японского желоба (зона *Dendrospyris* (?) *sakaii*⁴) (Kamikuri et al., 2004; Точилина, 2012, 2015а) и южной части хребта Витязь (р-н Курило-Камчатского желоба, (Василенко, 2015)).

Видовой состав диатомей, выделенных из изученных образцов, совпадает с таковым из комплексов позднемиоценовых зон: *Denticulopsis katayama* (9.2–8.5 млн. лет), *Thalassionema schraderi* (8.5–7.6 млн. лет) и *Rouxia californica* (7.6–6.4 млн. лет) (Карнаух и др., 2013; Цой и др., 2014¹).

Распространение. Остров Сахалин, Япономорская область, островной склон Японского желоба, Императорский хребет (гайот Детройт) (рисунок) (Точилина, 2015а, 2015б; Kamikuri et al., 2004; Kato, Obuse, 2013; Motoyama et al., 2009; Reynolds, 1980 и др.).

Плиоцен. Ассоциация с *Clathrocyclas bicornis* — *Spurioclastrocyclas sphaeris* (обр. 7-Н2, 7-Н3а, 22-1а, 22-1б, 22-2а, 22-2б (табл. 1) — диатомовые глины с пирокластикой, туфодиатомиты), соответствует зоне *Clathrocyclas bicornis*, выделенной С.В. Точилиной (1981) в плиоценовых отложениях гайота Мейджи (север Императорского хребта, скв. 192)

³ По результатам изучения глубоководного разреза гайота Детройт (север Императорского хребта) (скв. 884В) С.В. Точилиной (2015б) был определен более древний возраст основания зоны *Theocorys redondoensis* — 12.7 млн. лет.

⁴ Зона *Dendrospyris* (?) *sakaii* была выделена Д.И. Витухиным (Гладенков и др., 1999) в неогеновых отложениях п-ва Шмидта (Северный Сахалин). В этой работе возраст обсуждаемой зоны был определен как среднемиоценовый. Позднее, по результатам изучения глубоководных разрезов островного склона Японского желоба (скв. 438А) и гайота Детройт (скв. 884В) С.В. Точилиной (2012, 2015а) возраст обсуждаемой зоны был изменен на раннемиоценовый (23.5–21.8 млн. лет).

(рисунок). Содержание скелетов радиолярий в осадках, охарактеризованных ассоциацией, составляет 583–1433 экз./г. Сохранность скелетов преимущественно хорошая и реже удовлетворительная. Обилие представителей типа *Spumellaria* составляет 16.7–69.1%, типа *Nassellaria* — 25.8–71.4%. Преобладают виды *Clathrocyclus bicornis* Hays — 2.4–11.9% и *Spurioclathrocyclus sphaeris* Popova (= *sakaii* Motoyama) — 3.0–10.3% (табл. 2). Из типа *Spumellaria* встречены: *Carposphaera* sp., *Thecosphaera japonica* Nakaseko, *Th. tochiensis* Nakaseko, *Hexalonche philosophica* Haeckel, *Lithelius alveolina* Haeckel group., *Stylodictya stellata* Bailey, *Spongodiscus osculosus* Dreyer и др. Тип *Nassellaria* представлен видами: *Sethopyramis quadrata* Haeckel, *Spurioclathrocyclus bianularis* Popova, *Botryostrobos bramlettei* (Campbell et Clark) group., *Lithomitra arachnea* (Ehrenberg), *Lithomitra lineata* (Ehrenberg), *Pseudodictyophimus* ex gr. *gracilipes* (Bailey), *P.* ex gr. *cleve* (Jorgensen) и др.

Возраст. Плиоцен. Возраст основания зоны *Clathrocyclus bicornis* по литературным данным определен неоднозначно: от позднего миоцена ~ 6.2 млн. лет (Точилина, 1985) до позднего плиоцена 3.5–3.2 млн. лет (Точилина, 2015б; Sharma, 2013). В 1996 г. И. Мотоямой (Motoyama, 1996) в плиоценовых отложениях глубоководных разрезов Японского моря (скв. 302) (рисунок) и гайота Мейджи (северная часть Императорского хребта, скв. 192) был установлен вид *Cycladophora sakaii* и выделена одноименная зона (3.9–2.8 млн. лет). Дополнительное изучение этого вида, с применением биометрического анализа (Василенко, 2014) показало, что экземпляр, приведенный И. Мотоямой как голотип, по особенностям строения скелета, близок к виду *Spurioclathrocyclus sphaeris*, выделенному ранее И.М. Поповой (1989) (фототабл. II). Согласно «принципу приоритета» «Международного кодекса зоологической номенклатуры» (2004), валидным следует считать название *Spurioclathrocyclus sphaeris* Popova, так как он был выделен первым.

Анализ литературных данных (Motoyama, 1996) и изучение коллекционных материалов глубоководного бурения островного склона о. Хонсю (Япония) (скв. 434, 434В) (Точилина, Василенко, 2014) и Западной котловины Тихого океана (скв. 436) (рисунок) (Точилина, Василенко, 2015) показали одновременное присутствие видов-индексов *Clathrocyclus bicornis* Hays и *Spurioclathrocyclus sphaeris* (= *C. sakaii* Motoyama) в одних и тех же ядрах глубоководных разрезов. Ранее, эти два вида были объединены в один таксон *Clathrocyclus bicornis* Hays (Keany, Kennet, 1975; Sugiyama et al., 1992), который входил в состав ассоциации зоны *Clathrocyclus bicornis*.

В образцах 7-Н2 и 7-Н3а встречены единичные экземпляры *Lithocampe peregrina* (Riedel et

Sanfilippo) и *Lithocampe* aff. *radicula* Ehrenberg. Эти виды являются видами-индексами одноименных зон, прослеженных в позднемиоценовых-раннеплиоценовых отложениях северо-западной области Тихого океана (Точилина, 1978, 1985, 2001). Присутствие этих видов предполагает, что обсуждаемые образцы относятся к нижней части зоны *Clathrocyclus bicornis*. Так же в обр. 7Н-2 встречен один экземпляр плохой сохранности, по общему облику близкий к позднеолигоценному виду-индексу *Haliomma nobile* Ehrenberg (Точилина, 2015а, 2015б; Точилина, Василенко, 2014), который, вероятно, был переотложен.

В образцах 22-2а и 22-2б встречены экземпляры *Dictyophimus hirundo* Haeckel — вида-индекса одноименной подзоны, выделенной С.В. Точилиной (1985) в позднеплиоценовых отложениях глубоководного разреза гайота Мейджи (север Императорского хребта, скв. 192), отнесенной автором к зоне *Clathrocyclus bicornis*. Кроме этого, в образце 22-2а выявлено присутствие единичного экземпляра *Cycladophora davisiana* Ehrenberg. В глубоководном разрезе 346-U1430А-6Н-СС (Японское море, плато Уллын) (рисунок) первое появление этого вида отмечено на уровне 2.7 млн. лет (поздний плиоцен) (Tada et al., 2015), что подтверждает позднеплиоценовый возраст ассоциации радиолярий, встреченной в образцах 22-2а и 22-2б.

Таким образом, изучение видового разнообразия, количественных характеристик ассоциации радиолярий, наличия видов-индексов и корреляция с материалами глубоководного бурения позволило установить, что:

— доминирование вида-индекса *Clathrocyclus bicornis* Hays в изучаемых образцах, позволяет отнести их к одноименной зоне, включающей осадочные отложения нижнего и позднего плиоцена;

— несмотря на близкий таксономический состав радиолярий, в некоторых образцах наблюдается присутствие индекс-видов других радиоляриевых зон: *Lithocampe peregrina* (зона позднего миоцена), *Lithocampe radicula* (зона раннего плиоцена) и *Dictyophimus hirundo* (подзона позднего плиоцена). Присутствие этих видов дало возможность определить стратиграфическую последовательность отложений, содержащихся в образцах драгирования и отнесенных к зоне *Clathrocyclus bicornis*: образцы 7-Н2 и 7-Н3а из нижней части зоны, образцы 22-1а и 22-1б из средней части зоны, образцы 22-2а и 22-2б из верхней части зоны (подзоны *D. hirundo*);

— установить принадлежность радиоляриевых зон *Clathrocyclus bicornis* и *Spurioclathrocyclus sphaeris* (= *C. sakaii*) к одному стратиграфическому уровню.

Диатомеи, выделенные из обсуждаемых образцов, так же включают отложения раннего

и позднего плиоцена: *Thalassiosira oestrupii* (подзона раннего плиоцена — 5.5–3.9/3.5 млн. лет), *Neodenticula koizumii* — *N. kamtschatica* (зона позднего плиоцена — 3.9/3.5–2.7/2.6 млн. лет) (Цой и др., 2014¹).

Распространение. Северо-западная область Тихого океана.

Плейстоцен. Ассоциация с *Cycladophora davisiana* (обр. 8-1, 8-2, 21 (Табл. 1) — пелитовые илы), относится к одноименным слоям, выделенным в раннеплейстоценовых отложениях Южного Сахалина (Точилина, 1985). Содержание скелетов радиолярий в осадках, охарактеризованных ассоциацией, составляет 114 экз./г. Сохранность скелетов преимущественно хорошая. На долю представителей типа *Spumellaria* приходится до 29.2%, на тип *Nassellaria* — 64.5%. Содержание вида-индекса *Cycladophora davisiana* Ehrenberg в осадках различное: от единичных экземпляров (обр. 8-2) до 38.2% (обр. 21). Тип *Spumellaria* представлен видами: *Stylatractus* aff. *neptunus* Haeckel, *Actinomma boreale* Cleve, *Hexacantium pachydermum* Jorgensen, *Larcopyle bütschlii* Dreyer, *Spongotrochus glacialis* Popofsky и др. Тип *Nassellaria* включает таксоны: *Cycladophora* sp.⁵, *Lophophaena* (?) sp., *Ceratospyrus borealis* Bailey, *Saccospyris* sp.

Возраст. Плейстоцен. С.В. Точиловой (1985) высказано предположение о «соответствии слоев с *Cycladophora davisiana* зоне *Eucyrtidium matuyamai*». По последним данным (Tada et al., 2015), возраст зоны *Eucyrtidium matuyamai*, установленной в глубоководном разрезе 346-U1426A (Японское море, хребет Оки) (рисунок) составляет 1.98–1.03 млн. лет. Эта дата близка к 1.8 млн. лет (Hays, 1970; Gansei et al., 1980) установленной ранее С.В. Точиловой (1980, 1985) для опорных глубоководных разрезов северо-западной области Тихого океана (по скв. 436, 192 и 433). Диатомеи, встреченные в изученных образцах, соответствуют плейстоценовым зонам: *Actinocyclus oculatus* (2.0–1.0 млн. лет) и *Neodenticula seminae* (0.3–0.0 млн. лет) (Цой и др., 2014¹).

Распространение. Северо-западная область Тихого океана.

Примечание. Следует отметить, что, в рыхлых желтовато-серых илах станции Lv64-8, наряду с радиоляриями плейстоценового возраста, присутствуют скелеты позднемиоценовых радиолярий, соответствующие ассоциации с *Spurioclastrocyclus urymensis* (зона *Theocorys redondoensis*): *Cenosphaera* aff. *durhami* Campbell et Clark, *Spirotunica polyacantha* (Campbell et Clark), *Spongotrochus craticulatus* Stohr, *Theocorys redondoensis* (Campbell et Clark), *Spurioclastrocyclus urymensis* (Popova), *Clathrocycloma* aff. *cabrilloensis*

(Campbell et Clark) и др. Причем, содержание позднемиоценовых радиолярий (в одном и том же образце) выше, чем плейстоценовых в несколько раз (Табл. 2). Это может служить доказательством смешения разновозрастных радиолярий в этом районе. По сейсмическому профилю, приведенному в работе (Карнаух и др., 2013), станция Lv64-8 располагается на борту эрозионного канала (глубина 2800–2400 м), из чего следует, что этот район подвергается активному эрозионному воздействию, и, это могло способствовать смешению осадков, сформировавшихся в разное время.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения радиолярий из осадочных отложений подводной горы Петра Великого были выявлены ассоциации радиолярий, соответствующие радиоляриевым зонам: позднего миоцена (*Lychnocanoma nipponica magnacornuta* и *Theocorys redondoensis*), плиоцена (*Clathrocyclas bicornis*) и «слоям с радиоляриями» плейстоцена (*Cycladophora davisiana*).

На юго-восточном склоне горы выявлено смешение радиолярий разного возраста: позднего олигоцена, раннего и позднего миоцена (станция Lv64-7), позднего миоцена и плейстоцена (станция Lv64-8). Присутствие в отложениях ГПВ радиолярий позднеолигоценового-раннемиоценового возраста предполагает наличие в изучаемом районе осадков этого возраста. Это свидетельствует о, возможно, более древнем возрасте образования ее осадочного чехла, чем был установлен ранее по другим биостратиграфическим методам.

Автор выражает благодарность научному руководителю к.г.-м.н. С.В. Точиловой за ценные замечания и предложения по улучшению статьи. Автор благодарит начальников 52 и 64 рейсов НИС «Академик М.А. Лаврентьев» к.г.-м.н. М.Г. Валитова и д.г.н. В.Б. Лобанова, за получение материалов драгирования и заведующую лабораторией «геологических формаций морского дна» ТОИ ДВО РАН д.г.-м.н. И.Б. Цой за предоставление этих материалов на радиоляриевый анализ, а также за полезные замечания к работе. Благодарю инженера Л.Г. Теслю за помощь в оформлении карты фактического материала.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы «Дальний Восток» №15-П-1-039 и №15-И-1-004о.

Список литературы

Василенко Л.Н. Биометрический анализ для таксономии родов *Clathrocyclas*, *Cycladophora* и *Spurioclastrocyclus* (подсемейство *Theopiliinae*, тип *Nassellaria*) // Географические и гео-

⁵ К *Cycladophora* sp. отнесены экземпляры, отличные от вида-индекса.

- экологические исследования на Дальнем Востоке. Сборник статей XII молодежной конференции с элементами научной школы. Владивосток, 15–16 октября 2014. Владивосток: Дальнаука, 2014. Вып. 10. С. 30–34.
- Василенко Л.Н.* Оligоцен-раннемиоценовые радиолярии из отложений островного склона Курило-Камчатского желоба // Геология морей и океанов. Материалы XXI Международной научной конференции (школы) по морской геологии. М.: ГЕОС, 2015. Т. 1. С. 68–72.
- Ващенко Н.Г., Горовая М.Т., Можеровский А.В.* О составе и возрасте аргиллитовой толщи осадочного чехла материкового склона Японского моря // Тихоокеанская геология. 2009. Т. 28. № 3. С. 53–63.
- Гладенков Ю.Б., Сальников Б.А., Баринев 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.
- Карнаух В.Н., Карп Б.Я., Цой И.Б.* Сейсмостратиграфия осадочного чехла и процессы осадконакопления на возвышенности Первенца и ее окрестностях (Японское море) // Океанология. 2005. Т. 45. № 1. С. 126–139.
- Карнаух В.Н., Цой И.Б., Леликов Е.П. и др.* Геологическое строение подводной горы Петра Великого (Японское море) // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 189–197.
- Липман Р.Х.* Руководство по изучению ископаемых радиолярий. М.: Недра, 1979. 126 с.
- Международный кодекс зоологической номенклатуры. Издание четвертое. Принят Международным союзом биологических наук: Пер. с англ. и фр. 2-е исправленное издание русского перевода. М.: Т-во научных изданий КМК, 2004. 223 с.
- Попова И.М.* Новое в систематике некоторых Theoriliinae (Radiolaria) // Палеонтологическая стратиграфические исследования фанерозоя Дальнего Востока / Отв. ред. Г.И. Бурый, С.В. Точилина. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 68–77.
- Пуцин И.К., Болдырева В.П., Ващенко Н.Г. и др.* Новые данные по стратиграфии неогеновых отложений материкового склона у побережья Приморья // Геологические исследования в окраинных морях северо-западной части Тихого океана / Отв. ред. И.О. Барснев. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 77–90.
- Решетняк В.В.* Глубоководные радиолярии Phaeodaria северо-западной части Тихого океана // Фауна СССР. № 94. М.-Л.: Наука, 1966. 208 с.
- Точилина С.В.* Миоценовые радиолярии Японского моря // Палеонтология и стратиграфия кайнозойских отложений Японского и Филиппинского морей / Отв. ред. Н.П. Васильковский. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. С. 108–115.
- Точилина С.В.* Биостратиграфия (радиолярии) кайнозойских отложений Берингова моря // Геология Командорской впадины / Отв. ред. В.Б. Курносков, И.О. Мурдмаа. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 13–28.
- Точилина С.В.* Миоцен-плиоценовый рубеж Берингова моря и возвышенности Обручева в Тихом океане // Геологическая история Берингова моря / Отв. ред. С. С. Трофимов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 70–82.
- Точилина С.В.* Биостратиграфия кайнозоя северо-западной части Тихого океана. М.: Наука, 1985. 134 с.
- Точилина С.В.* Проблемы систематики Nassellaria. Биохимические особенности. Эволюция. Владивосток: Дальнаука, 1997. 60 с.
- Точилина С.В.* Значение эволюции Radiolaria для зональной шкалы неогена северо-запада Тихого океана (по материалам глубоководного бурения) // Эволюция жизни на Земле: Материалы II Международного симпозиума / Отв. ред. В.М. Подобина. Томск: НТЛ, 2001. С. 306–309.
- Точилина С.В.* Перспективы применения радиоляриевых анализов для геотектонических моделей севера Императорского хребта (гайотов Детройт и Суйко) // Физика геосфер. Материалы докладов Девятого Всероссийского симпозиума 21–24 сентября 2015 г. Владивосток: Дальнаука, 2015а. С. 434–441.
- 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. Новосибирск: СНИИГиМС, 2015б. Т. 1. С. 105–106.
- Точилина С.В., Василенко Л.Н.* Новые данные по стратиграфии островного склона Японского желоба // Тихоокеанская геология. 2014. Т. 33. № 2. С. 15–30.
- Точилина С.В., Василенко Л.Н.* Биометрический анализ для таксономии Radiolaria (на примере трех родов из подсемейства Theoriliina) // Современная микропалеонтология / Сборник трудов XVI Всероссийского микропалеонтологического совещания. Калининград: АО ИО РАН, 2015. С. 149–153.
- Точилина С.В., Попова-Голл И.М.* Spumellaria — новый тип Radiolaria // Эволюция жизни на Земле: Материалы IV Международного сим-

- позиума / Отв. ред. В.М. Подобина. Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. С. 41–47.
- Цой И.Б., Шастина В.В.* Кремнистый микропланктон неогена Японского моря (диатомей, радиолярии). Владивосток: Дальнаука, 1999. 241 с.
- 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.
- Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Volume 31. Texas A & M University, Ocean Drilling Program, College Station, TX, United States. 1975. 950 p.
- Ishitani Y., Takahashi K.* The vertical distribution of Radiolaria in the waters surrounding Japan // Mar. Micropaleontology. 2007. V. 65. № 3. P. 113–136.
- Funayama M.* Miocene radiolarian stratigraphy of the Suzu area, northeastern part of the Noto Peninsula, Japan. Contrib. Inst. Geol. Paleontol. Tohoku Univ., 1988. V. 91. P. 15–41 (in Japanese).
- Gansey C.C., Gorbarenko S.A., Komarov A.N.* Fission-track age of Volcanic Glasses from ash layers at DSDP // Initial Reports of Deep Sea Drilling Project. Washington: U.S. Govt. Printing Office. 1980. V. 56/57. Pt. 2. P. 1277–1279.
- Goll R.M., Bjorklund K.R.* A new radiolarian biostratigraphy of Norwegian Sea sediments: ODP Leg 104 // Proceedings Ocean Drilling. Program, Scientific Results, 1989. V. 104. P. 697–738.
- Hays J.D.* Stratigraphy and evolutionary trends of Radiolaria in North Pacific deep sea sediments in Geological Investigations of the North Pacific // Geol. Soc. America Mem., 1970. V. 126. № 5. P. 185–218.
- Kato S., Obuse A.* Radiolarian and dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Amarume oil field, Yamagata Prefecture, Japan // Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, 2013. № 39. P. 73–900.
- 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.
- Keany J., Kennett J.P.* Pliocene-Pleistocene radiolarian biostratigraphy and paleoclimatology at DSDP Site 278 on the Antarctic convergence // Initial Reports of Deep Sea Drilling Project, Washington, U.S. Govt. Printing Office, 1975. V. 29. P. 757–767.
- Maruyama T.* Miocene diatom biostratigraphy of onshore sequences on the Pacific side of northeast Japan, with reference to DSDP Hole 438A (Part 2) // Sci. Rep. Tohoku Univ., 1984. 2nd Ser. (Geol.). V. 55. P. 77–140.
- Motoyama I.* Late Neogene radiolarian biostratigraphy in the subarctic Northwest Pacific // Micropaleontology. 1996. V. 42. № 3. P. 221–262.
- 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.
- Reynolds R.* Radiolarians from the western north Pacific, Leg 57, DSDP // Initial Reports of Deep Sea Drilling Project. Washington: U.S. Govt. Printing Office. 1980. V. 56/57. Pt. 2. P. 735–769.
- Sharma G.K.* Neogene radiolarian biostratigraphy from ODP leg 119 site 745 site 745 // Ofioliti. 2013, V. 38. № 2. P. 175–203.
- Sugiyama K., Nobuhara T., Inoue K.* Preliminary report on Pliocene radiolarians from the Nobori Formation, Tonohama Group, Shikoku, Southwest Japan // Journal of Earth Sciences. Nagoya Univ., 1992. V. 39. P. 1–90.
- Tada R., Murray R.W., Alvarez Zarikian C.A. et al.* Site U1426 // Scientist Proceedings of IODP. College Station. TX. 2015. V. 346. P. 1–113.
- 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.

ВЕРХНЕКАЙНОЗОЙСКИЕ РАДИОЛЯРИИ
**UPPER CENOZOIC RADIOLARIANS FROM THE SEDIMENTARY COVER
OF PETER THE GREAT SEAMOUNT (SEA OF JAPAN)**

L.N. Vasilenko

*V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, 690041, Vladivostok
e-mail: lidia@poi.dvo.ru.*

The authors studied radiolarians from the sediments of Peter the Great Seamount (Sea of Japan). Peculiarities of taxonomic composition and the presence of species indexes allowed us to reveal radiolarian associations corresponding to the following radiolarian zones: Late Miocene (*Lychnocanoma nipponica magnacornuta* and *Theocorys redondoensis*), Pliocene (*Clathrocyclas bicornis*) and Pleistocene (*Cycladophora davisiana*). These zones had been revealed earlier in the north-western part of the Pacific Ocean. The results are consistent with data from other biostratigraphic methods. The revealed radiolarians of Late Oligocene and Early Miocene ages may confirm that the deposits of this age participated in the formation of the sedimentary cover of Peter the Great Seamount.

Keywords: Radiolaria, Oligocene, Miocene, Pliocene, Pleistocene, Peter the Great Seamount, Sea of Japan.