

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СТРАТИГРАФИИ ОСТРОВНОГО СКЛОНА ЯПОНСКОГО ЖЕЛОБА

С.В. Точилина, Л.Н. Василенко

ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт им. Ильичева ДВО РАН, ул. Балтийская 43, г. Владивосток, 690041; e-mail: [tochilina@poi.dvo.ru](mailto:tochilina@poi.dvo.ru)

Поступила в редакцию 15 января 2013 г.

Результаты экостратиграфического анализа с применением статистических методов фауны радиолярий из разрезов скв. 434, 434А, 434В позволили впервые: 1) выявить стратиграфическую последовательность слоев и несколько перерывов в гемипелагическом осадконакоплении; 2) определить возраст базальных слоев осадочного чехла границей олигоцена и раннего миоцена. Полученные результаты представляют принципиально новые данные о возрасте и условиях формирования осадочного слоя островного склона Японского желоба. «Слои с радиоляриями» соответствуют ранее выделенным зонам. Границы «слоев с радиоляриями» отмечены радиометрическими датами, полученными по разрезам Япономорской области по трансекту: скв.436, 439 и 584. Это позволило выявить периодичность седиментационного процесса.

**Ключевые слова:** радиолярии, миоцен, плиоцен, плейстоцен, Японский желоб.

ВВЕДЕНИЕ

Геологическое развитие островного склона Японского желоба – этой уникальной морфоструктуры северо-западной части Тихого океана – продолжает представлять остро дискуссионную проблему. Для изучения 1 и 2 слоев земной коры было разработано несколько международных программ, по которым проводились геолого-геофизические исследования. По проектам DSDP в 56 и 87 рейсах «Glomar Challenger» было проведено глубоководное бурение. В результате были вскрыты разрезы кайнозоя, расположенные у оси желоба: скв. 434 и 584 (табл., рис. 1).

В итоге была получена уникальная информация по био- и сейсмостратиграфии, геохимии, минералогии и др. [4, 19, 23–25, 27, 28]. Самыми противоречивыми оказались результаты по биостратиграфии. Диатомовый анализ, проведенный по разрезу скв. 434, показал восьмикратное повторение слоя с *Denticula kamtschatica* [20], а радиоляриевый анализ – двукратное повторение слоя с *Sphaeropyle langii* [36]. Базальные слои были датированы плиоценом ≈ 5 млн лет. Эти данные противоречили результатам, полученным другими биостратиграфическими методами.

В 87 рейсе «Glomar Challenger» в продолжение программы DSDP была пробурена еще одна скв. 584, находящаяся, так же как и скв. 434, у оси Японского желоба. По разрезу этой скважины была разработана палеомагнитная шкала [31]. Результаты изучения

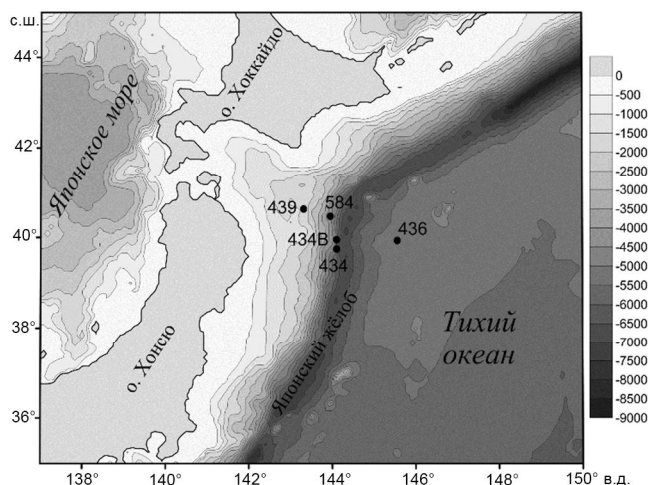


Рис. 1. Расположение скважин глубоководного бурения 56 и 87 рейсов «Glomar Challenger».

Таблица. Месторасположение и глубина бурения скважин.

Сква-жины	Координаты	Глубина воды, м	Глубина бурения скважин, м
434	39°44.76'N; 144°06.12'E	5985.8	301.0
434А	39°44.76 'N; 144°06.12'E	5985.8	160.5
434В	39°44.87'N; 144°06.08'E	5986.0	637.5
584	40°28.0'N; 143°57.1'E	4078.0	941.0

разреза по этой скважине показали последовательность слоев как по диатомовой флоре [17], так и по результатам радиоляриевых анализов [12]. Они противоречили данным, полученным Х. Харпером [20] и Т. Сакаи [36].

Основная задача работы заключалась в изучении отложений по разрезам скважин 434, 434А и 434В и анализе радиоляриевой фауны – одного из наиболее тонких биоиндикаторов нормальной солености.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОД

Материал получен: от руководства международных программ DSDP по скв. 584 (рейс 87 «Glomar Challenger») – на первичный радиоляриевый анализ; от участников 56 и 57 рейсов «Glomar Challenger» В.Б. Курносова и И.О. Мурдмаа по скв. 434, 434А, 434В – на повторный радиоляриевый анализ.

Лабораторная обработка проб проводилась согласно методике, описанной в работах [3, 9]. Количественный анализ проводился в препаратах с определенными навесками [9]. В результате была получена база данных количественного содержания радиолярий по обсуждаемым глубоководным разрезам. При проведении радиоляриевых анализов были применены статистические методы. Биометрический анализ применялся для таксономии доминирующей группы спиральных *Spumellaria* [15].

Принципы выделения «слоев с радиоляриями» включали: 1) «доминирование», 2) «характерные виды», также учитывался принцип «появления и исчезновения» видов, но этот принцип уязвим в связи с имеющимися перерывами в гемипелагическом осадконакоплении.

Для корреляции были взяты разрезы, расположенные в среднеширотном трансекте: островной склон – желоб – океан (скв. 436, 439 и 584).

Выделенные «слои с радиоляриями» являются аналогами одноименных зон, выделенных ранее в северо-западной области Тихого океана.

Кроме этого, данный выбор был обусловлен наличием палеомагнитной шкалы по разрезу скв. 584 [31] и радиометрических дат по разрезам скв. 436 [19], 439 [41].

#### СТРАТИГРАФИЯ КАЙНОЗОЯ

Обсуждаемый разрез характеризуется последовательным чередованием «слоев с радиоляриями» и «слоев без радиолярий» (рис. 2).

Минералогический состав осадков по разрезу скв. 434 изучался В.Б. Курносовым и др. [4, 23], И.О. Мурдмаа и В. Казаковой [27, 28].

В основании разрезов 434В и 439 на глубине 637.5 м залегают туфогенные грубозернистые песчаники с гравием, не содержащие радиолярий. Выше по разрезу содержится небольшое число радиолярий: кайнозойские *Haliomma* ex gr. *oculatum* Ehrenberg, *Haliomma nobile* Ehrenberg, *Lithatractus* ex gr. *radiosa* (Ehrenberg) и встречены единичные меловые радиолярии. В интервале 609.0–456.0 м процент вулканического стекла очень высок, эта толща называется туффитовой. Осадки состоят из глинистых минералов, полевых шпатов, кварца, вулканического стекла (кислого состава), пирита и тяжелых минералов (роговой обманки, авгита, эпидота, сфена). Среди глинистых минералов преобладают смектит и гидрослюда [4, 37].

**Олигоцен–нижний миоцен.** Слои с *Haliomma entactinia* (глубина 618.5–628.0 м, 434В-36-1) приурочены к слою аргиллита с вулканическим стеклом и галькой [24]. По возрасту эти слои соответствуют границе олигоцена и раннего миоцена и являются аналогом слоев с *Haliomma oculatum*, выделенных ранее на островном склоне Японского желоба в разрезах скв. 438В и 439 [38, 39]. Радиолярии характеризуются малой численностью, составляющей 65 экз. в 1 г сухого осадка. Сохранность раковин удовлетворительная. В ассоциации преобладали представители типа *Spumellaria*, на долю которых приходилось 81.88 %\* (фототабл. I): *Haliomma nobile* Ehrenberg, *H. entactinia* Ehrenberg, *H. ex gr. oculatum* Ehrenberg, *Stylosphaera* ex gr. *coronata* Ehrenberg, *Lithatractus* ex gr. *radiosa* (Ehrenberg), *Spongodiscus resurgens* Ehrenberg и др. Представители типа *Nassellaria* единичны: *Sethopyramis magnifica* Clark et Campbell, *Cyrtocapsa quadricava* Tochilina, *Siphocampe* sp., *Eucyrtidium* sp.

**Миоцен.** Слои с *Theocapsa japonica* (глубина 618.5–599.5 м, 434В-35-1, 434В-34-1).

Эти слои были впервые выделены в разрезе островного склона Японского желоба скв. 584 [12]. В литологическом составе пород произошло изменение: осадки представлены темно-серой туффитовой толщей с прослоями вулканического стекла и пеплов. Встречается округлая галька габбро с авгитом [35]. Отмечается биотурбация. Встречены единичные экземпляры радиолярий, имеющих удовлетворительную сохранность. Численность их составляла 33 экз. в 1 г сухого осадка. В ассоциации присутствуют единичные экземпляры представителей типа *Spumel-*

\*В условиях бедного таксономического состава палеоце-ноза, процентное содержание каждого таксона будет высоким, поэтому мы его не приводим.

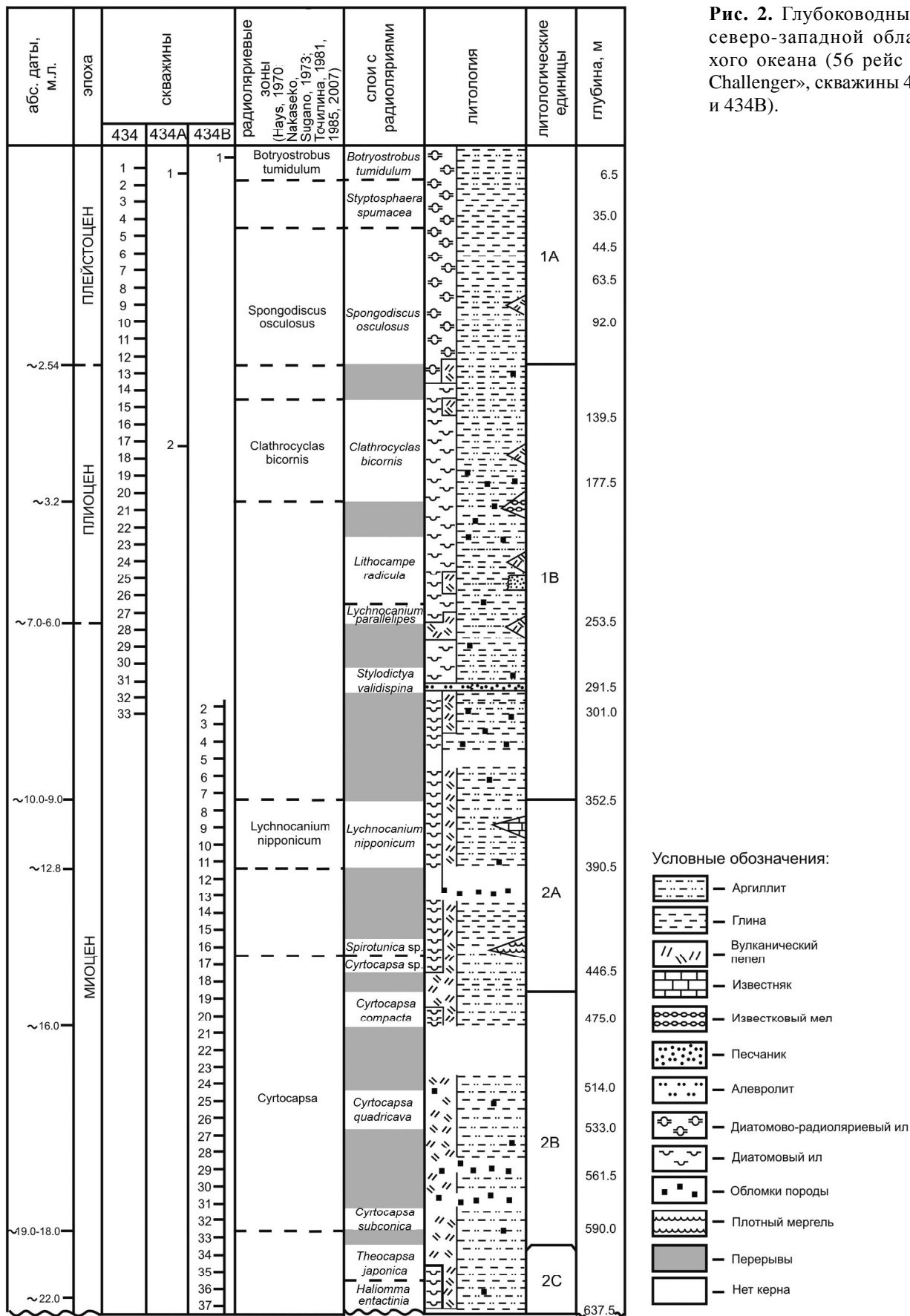
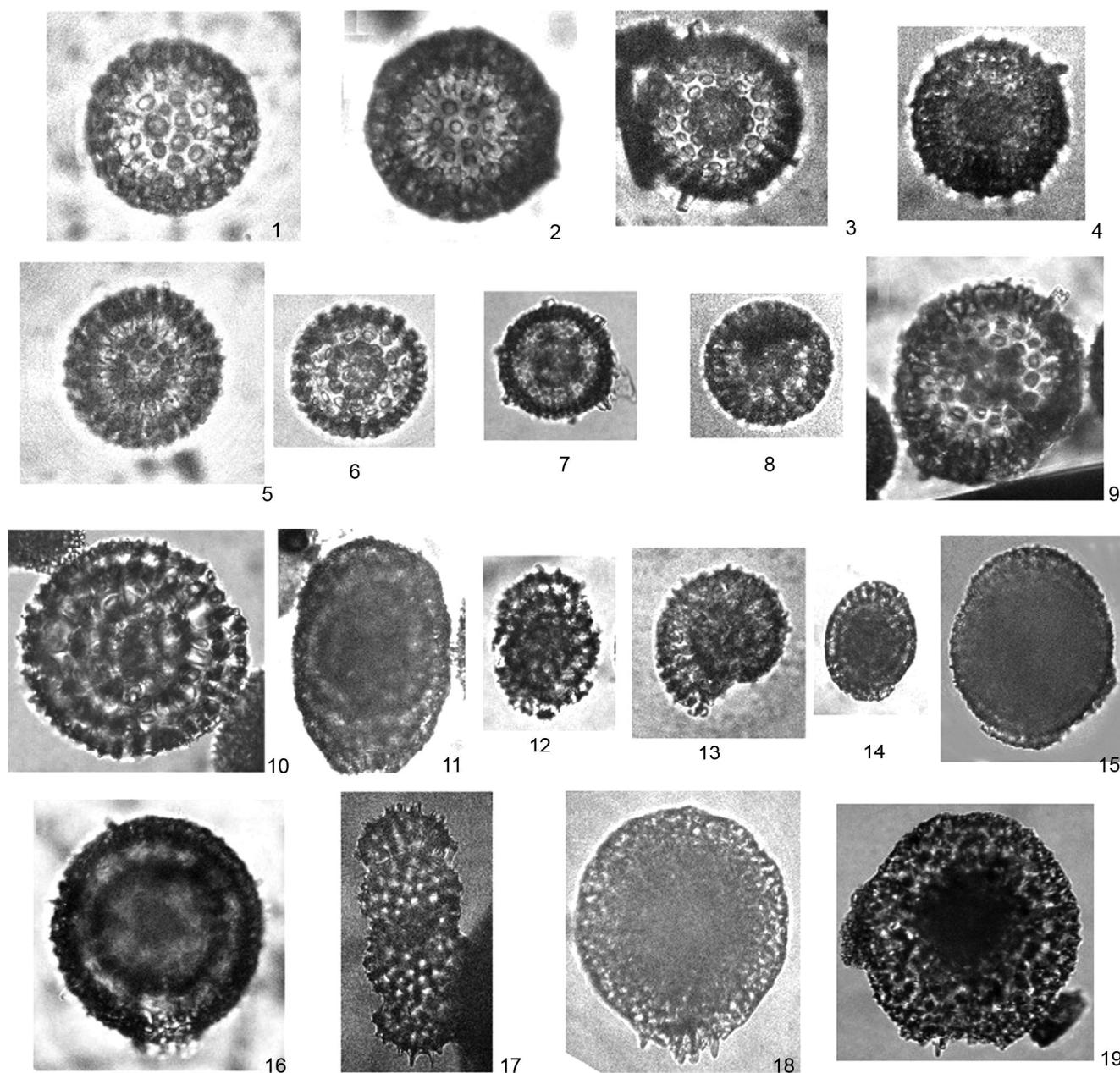


Рис. 2. Глубоководный разрез северо-западной области Тихого океана (56 рейс «Glomar Challenger», скважины 434, 434А и 434В).

## Фотогатаблиця І.



**Фиг. 1.** *Haliomma nobile* Ehrenberg, обр. 434В, kern 32, секция 1, глуб. 580.5–590.0 м; **фиг. 2.** *Pentactinosphaera* ? sp., обр. 434В, kern 32, секция 1, глуб. 580.5–590.0 м; **фиг. 3.** *Hexalonche* ex gr. *conicornis* Naeskel, обр. 434, kern 27, секция 1(103-108), глуб. 244.0–253.5 м; **фиг. 4.** *Echiomma* sp., обр. 434 -23-1, глуб. 206.0–215.5 м; **фиг. 5.** *Haliomma entactinia* Ehrenberg, обр. 434В, kern 32, секция 1, глуб. 580.5–590.0 м; **фиг. 6.** *Thecosphaera* ex gr. *micropora* Nakaseko, обр. 434 В, kern 34, секция 2, глуб. 599.5–609.0 м; **фиг. 7.** *Hexacantium* sp., обр. 434 В, kern 16, секция 3, глуб. 427.5–437.0 м; **фиг. 8.** *Thecosphaera* ex gr. *pseudojaponica* Nakaseko, обр. 434, kern 27, секция 1(77-81), глуб. 244.0–253.5 м; **фиг. 9.** *Stylacantarium aquilonium* Hauss, обр. 434В, kern 17, секция 1, глуб. 437.0–446.5 м; **фиг. 10.** *Lithelius alveolina* Naeskel, обр. 434В, kern 8, секция 2, глуб. 352.5–362.0 м; **фиг. 11.** *Spirotunica* aff. *irregularis* (Dreyer), обр. 434В, kern 8, секция 2, глуб. 352.5–362.0 м; **фиг. 12.** *Tholospyra cervicornis* Naeskel, обр. 434В, kern 11, секция 1, глуб. 381.0–390.5 м; **фиг. 13.** *Spirema* sp., обр. 434В, kern 25, секция 3, глуб. 514.0–523.5 м; **фиг. 14.** *Spirotunica spiralis* (Naeskel), обр. 434В, kern 11, секция 1, глуб. 381.0–390.5 м; **фиг. 15.** *Spiromultitunica circumflexa* Tochilina et Popova, обр. 434В, kern 32, секция 1, глуб. 580.5–590.0 м; **фиг. 16.** *Sphaeropyle robusta* Kling, обр. 434, kern 16, секция 1, глуб. 139.5–149.0 м; **фиг. 17.** *Ommatartus* aff. *tetrathalamus* Naeskel, обр. 434, kern 16, секция 1, глуб. 139.5–149.0 м; **фиг. 18.** *Spongodiscus osculosus* Dreyer, обр. 434В, kern 17, секция 1, глуб. 437.0–446.5 м; **фиг. 19.** *Spongopyle setosa* Dreyer, обр. 434В, kern 11, секция 1, глуб. 381.0–390.5 м.

laria: *Haliomma* sp., *Lithelius* sp., *Spongodiscus* ex gr. *communis* Clark et Campbell, *Spongodiscus craticulatus* Stöhr и др. Из Nassellaria единичны *Theocapsa japonica* Nakaseko и *Cyrtocapsa* sp.

Слои с *Theocapsa japonica* содержатся не только в глубоководном разрезе по скв. 584-96-1 в Западно-Тихоокеанской области, но также в Тетической области, в которой была распространена популяция *Theocapsa japonica* (= *Theocapsa compressa* (Stöhr)).

Этот уровень имеет большое значение для корреляции Тетической и Западно-Тихоокеанской областей.

Слои с *Cyrtocapsa subconica* (глубина 580.5–590.0 м, 434В-32-1). Литологический состав представлен туффитовой толщей темно-зеленого цвета с фрагментами гальки и вулканического стекла. В ассоциации произошли изменения (рис. 3): численность увеличилась до 198 экз. в 1 г сухого осадка; доминировал вид *Cyrtocapsa subconica* Nakaseko – 6.9 %. Встречен вид *Calocycletta* aff. *virginis* Haeckel – индекс-вид тропической области Тихого океана (фототабл. II).

Слои с *Cyrtocapsa quadricava* group. [11] (глубина 533.0–514.0 м, 434В-26-2 и 434В-25-3).

Литологический состав представлен туффитами серого цвета. Обсуждаемый слой характеризуется увеличением численности радиолярий до 562 экз. в 1 г сухого осадка (рис. 4). Следует отметить наличие разрушенных форм (поэтому неопределенных). Доминировал индекс-вид *Cyrtocapsa quadricava* Tochilina – 5.58 %, а также группа спиральных *Spumellaria*, на долю которой приходилось 20.31 %. Структурный состав ассоциации представлен на рис. 5.

Слои с *Cyrtocapsa compacta* group.\* (глубина 475.0–456.0 м, 434В-20-1, 434В-19-2). Литологический состав представлен диатомовым аргиллитом оливково-серого цвета. Общая численность радиолярий снизилась до 203 экз. в 1 г сухого осадка, доминировали представители спиральной и спонгиевой групп типа *Spumellaria*. В ассоциации распространены виды: *Haliometta* ex gr. *miocenica* Campbell et Clark – 2.96 %, *Lithatractus* ex gr. *lithatractus* Haeckel – 2.22 %, *Spirotunica* ex gr. *spiralis* (Haeckel) – 5.19 %, *Spirotunica* sp. – 6.67 % и др. Из представителей типа Nassellaria встречены: *Dictyophimus* aff. *splendens* (Campbell et Clark) – 1.48 %, *Theocapsa japonica* (= *Theocapsa* aff. *compressa* (Stöhr)) – 2.22 %, *Cyrtocapsa* ex gr. *tetrapera* Haeckel – 2.22 %, *Cyrtocapsa* ex gr. *subconica* Nakaseko – 1.48 %, *Cyrtocapsa compacta* Haeckel – 2.22 % и др.

Некоторые виды радиолярий обсуждаемого уровня встречены в раннем и среднем миоцене Восточно-Экваториальной области Тихого океана (скв. 845А) [22].

Результаты количественного анализа спиральных видов типа *Spumellaria* показали резкое увеличение их содержания в интервалах 504.5–514.0 м (кern 434В-24-2), 437.0–446.5 м (кern 434В-17-1), 371.5–381.0 м (кern 434В-10-5) и 352.5–362.0 м (кern 434В-8-2). Сопоставление этих данных с количественным содержанием представителей типа Nassellaria показало их антикорреляцию [15].

Слои с *Cyrtocapsa* sp. (глубина 437.0–446.5 м, 434В-17-1).

Литологический состав представлен диатомовыми илами. Численность радиолярий увеличилась до 748 экз. в 1 г сухого осадка. В ассоциации преобладали представители типа *Spumellaria*, на долю которых приходилось 90 %: *Thecosphaera* aff. *dedoensis* Nakaseko – 3.55 %, *Stylocontarium aquilonium* Hays – 1.18 %, *Lithelius* sp. – 5.33 %, *Spirotunica* sp. – 7.70 %, *Spongodiscus resurgens* Ehrenberg – 5.92 % и др. Из представителей типа Nassellaria единично встречены: *Lychnocanium* ex gr. *nipponicum* Nakaseko – 1.18 %, *Stichocorys delmontensis* Campbell et Clark – 0.59 %, *Cyrtocapsa* sp. – 1.78 % и др.

Слои с *Spirotunica* sp. (глубина 427.5–437.0 м, 434В-16-2).

Литологический состав представлен диатомовыми аргиллитами. Численность радиолярий составляла 225 экз. в 1 г сухого осадка. В ассоциации доминировали спиральные *Spumellaria*, которые занимали четверть ассоциации и составляли 24.41 %.

Слои с *Lychnocanium nipponicum* (глубина 390.5–352.5 м, 434В-11-1 – 434В-8-2).

Обсуждаемые слои относятся к одноименной зоне, выделенной Накасеко и Сугано в разрезе о. Хонсю [29]. Литологический состав представлен диатомовым аргиллитом серо-зеленого цвета. Численность радиолярий возросла до 1032 экз. в 1 г сухого осадка. Большинство видов имеют хорошую сохранность. В ассоциации продолжали преобладать представители спиральной группы типа *Spumellaria* с доминированием видов: *Spirotunica* aff. *irregularis* (Dreyer) – 17.61 % и *Lithelius alveolina* Haeckel group. – 5.68 %. Структурный состав ассоциации представлен на рис. 6.

По слоям с *Lychnocanium nipponicum* осуществлена корреляция средне-позднемиоценовых отложений некоторых свит разрезов Восточной и Западной Камчатки, Сахалина и о. Кунашир (Курильские острова) [2, 10].

\*Выделенные слои относятся к большому этапу развития четырехкамерных Nassellaria; на рис. 2 эти слои отмечены зоной *Cyrtocapsa*.

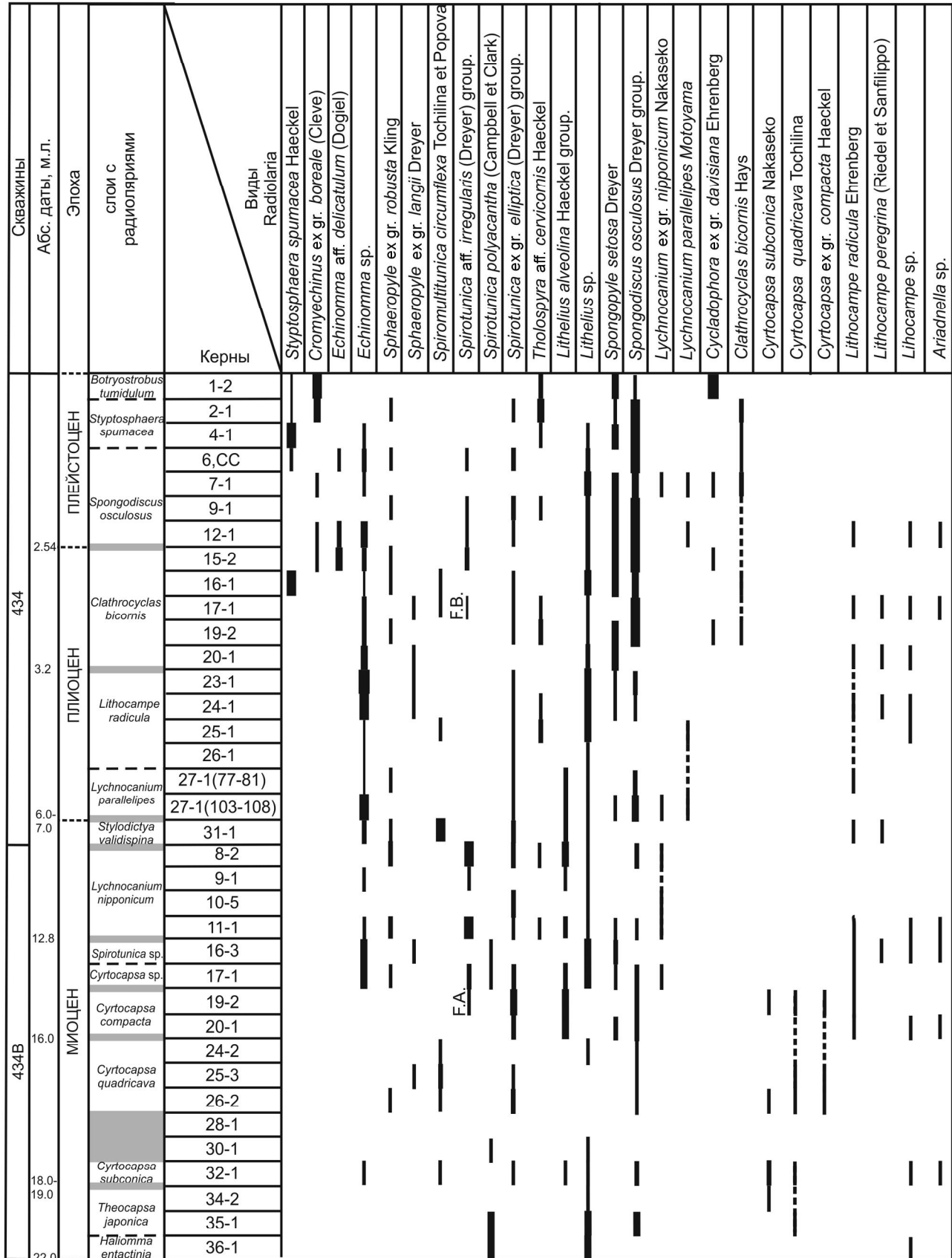


Рис. 3. Распространение некоторых видов Radiolaria в скв. 434 и 434B.

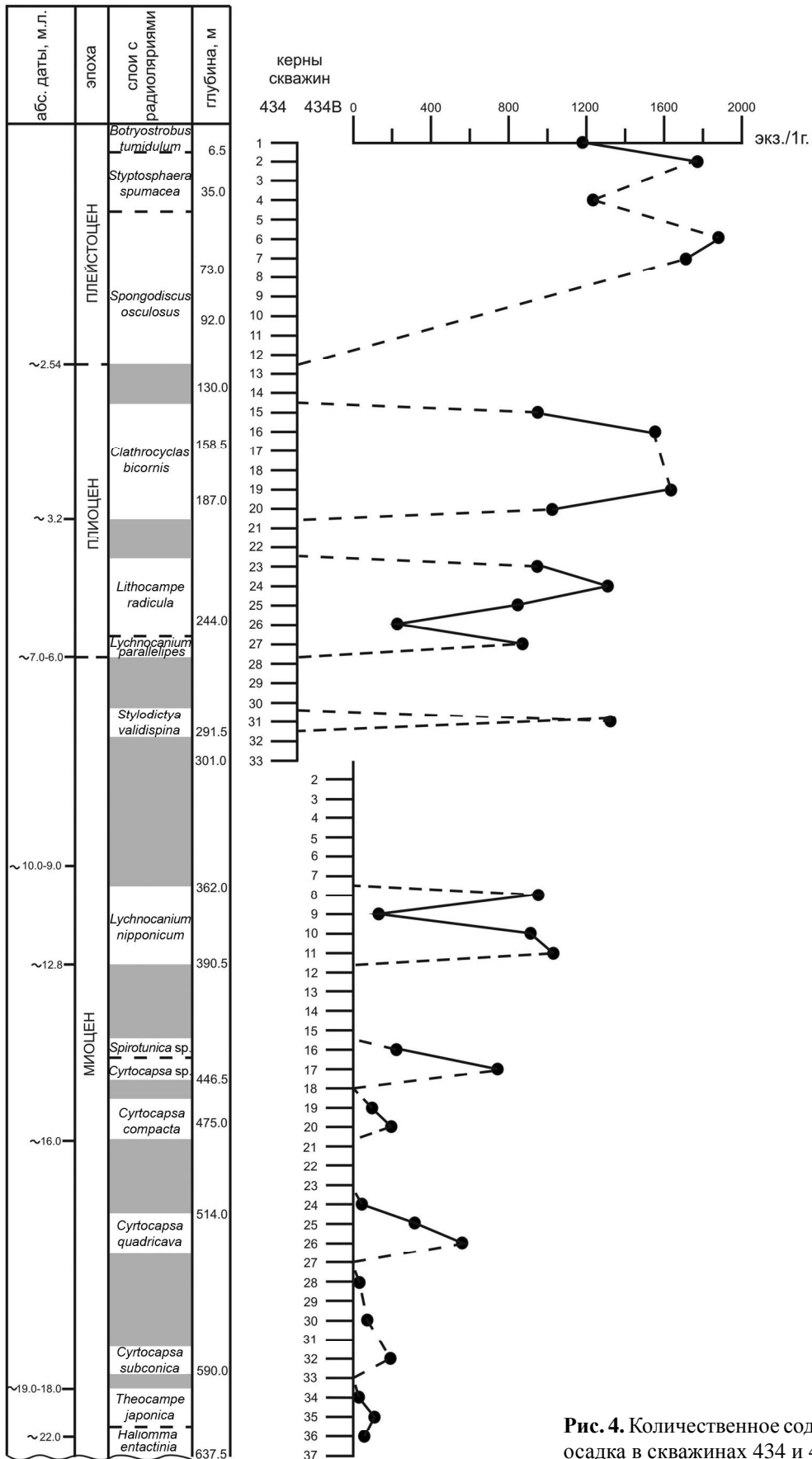


Рис. 4. Количественное содержание Radiolaria в 1 г сухого осадка в скважинах 434 и 434В.

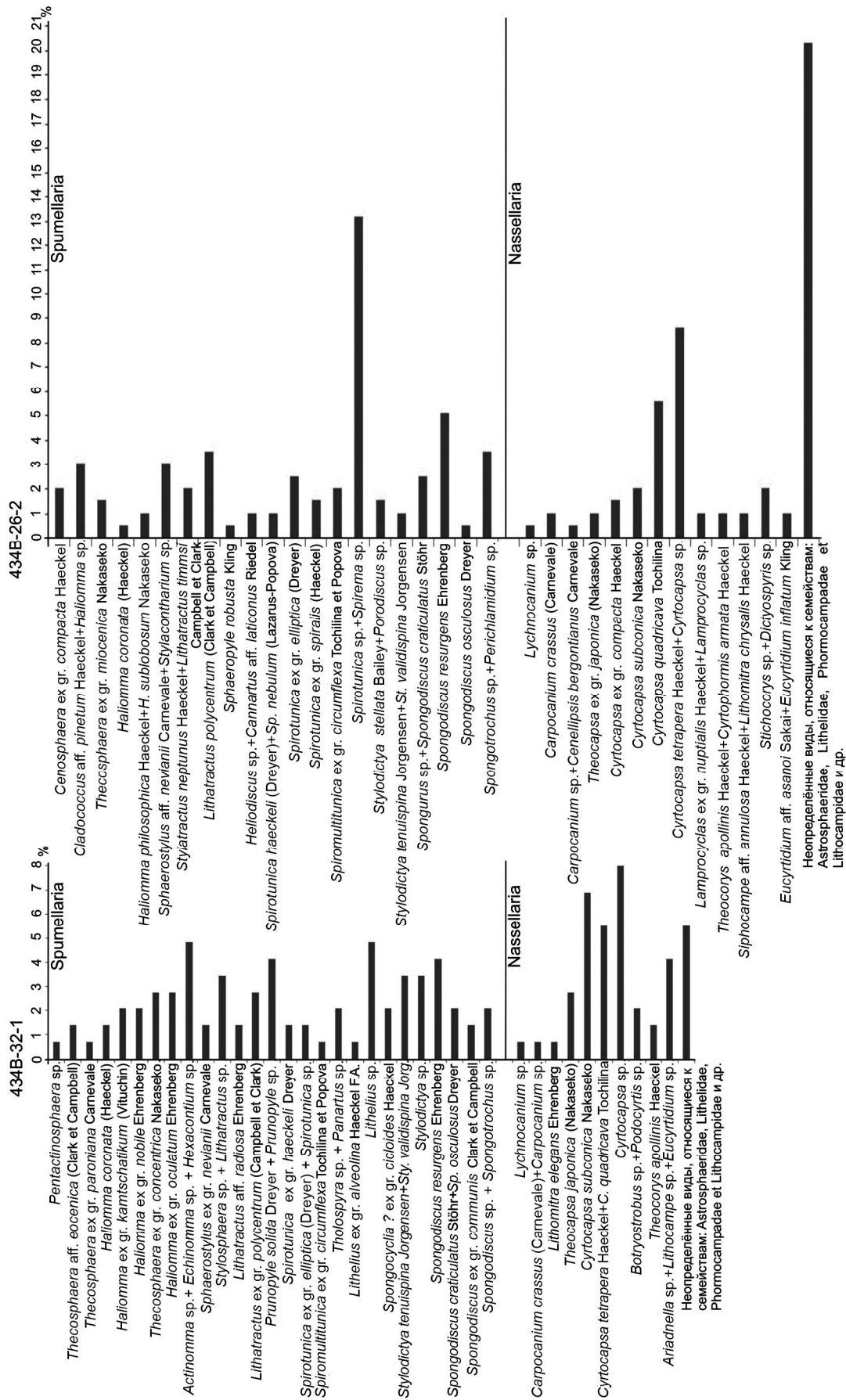


Рис. 5. Таксономический состав видов Radiolaria в кернах 434B-32-1 и 434B-26-2.



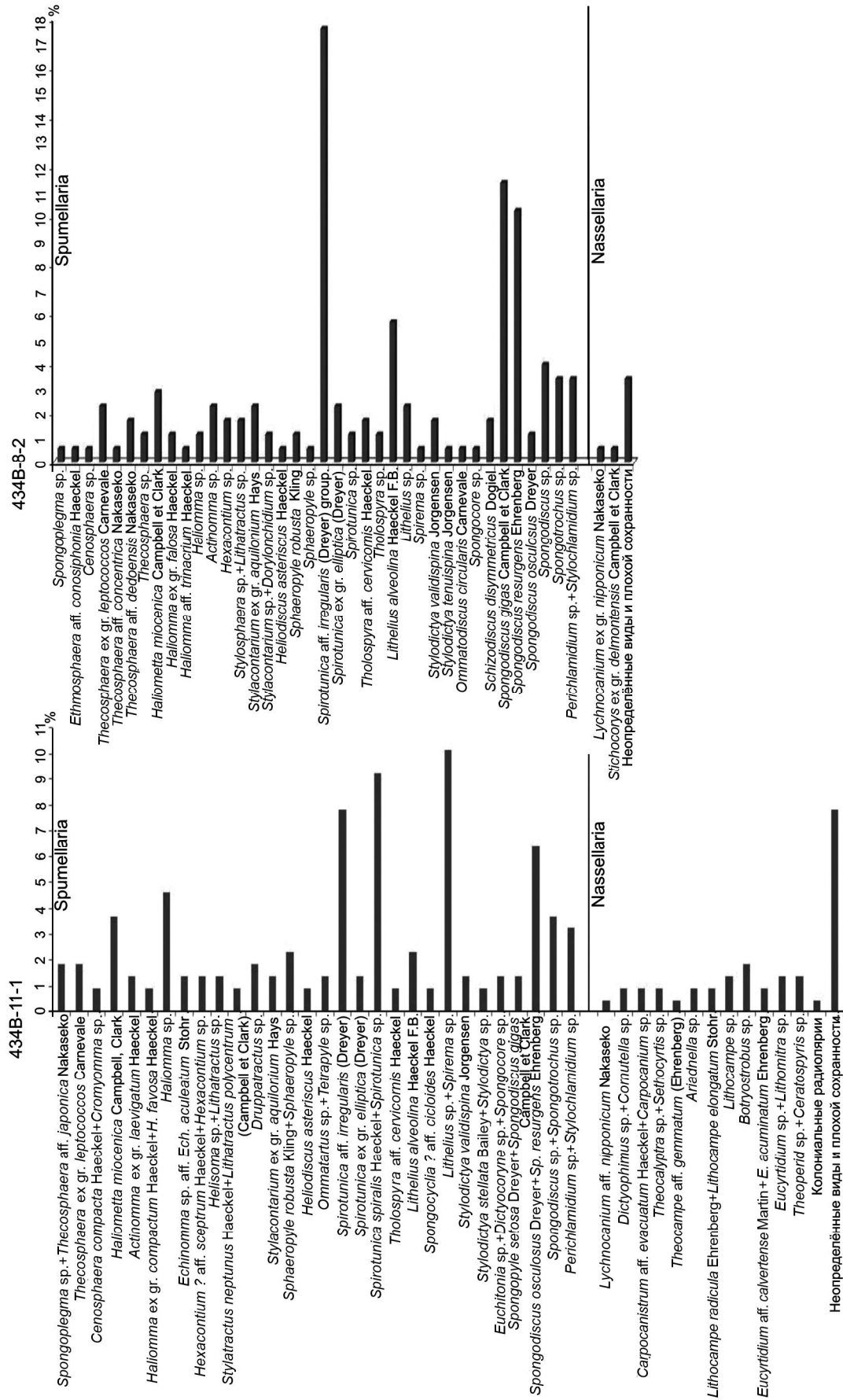
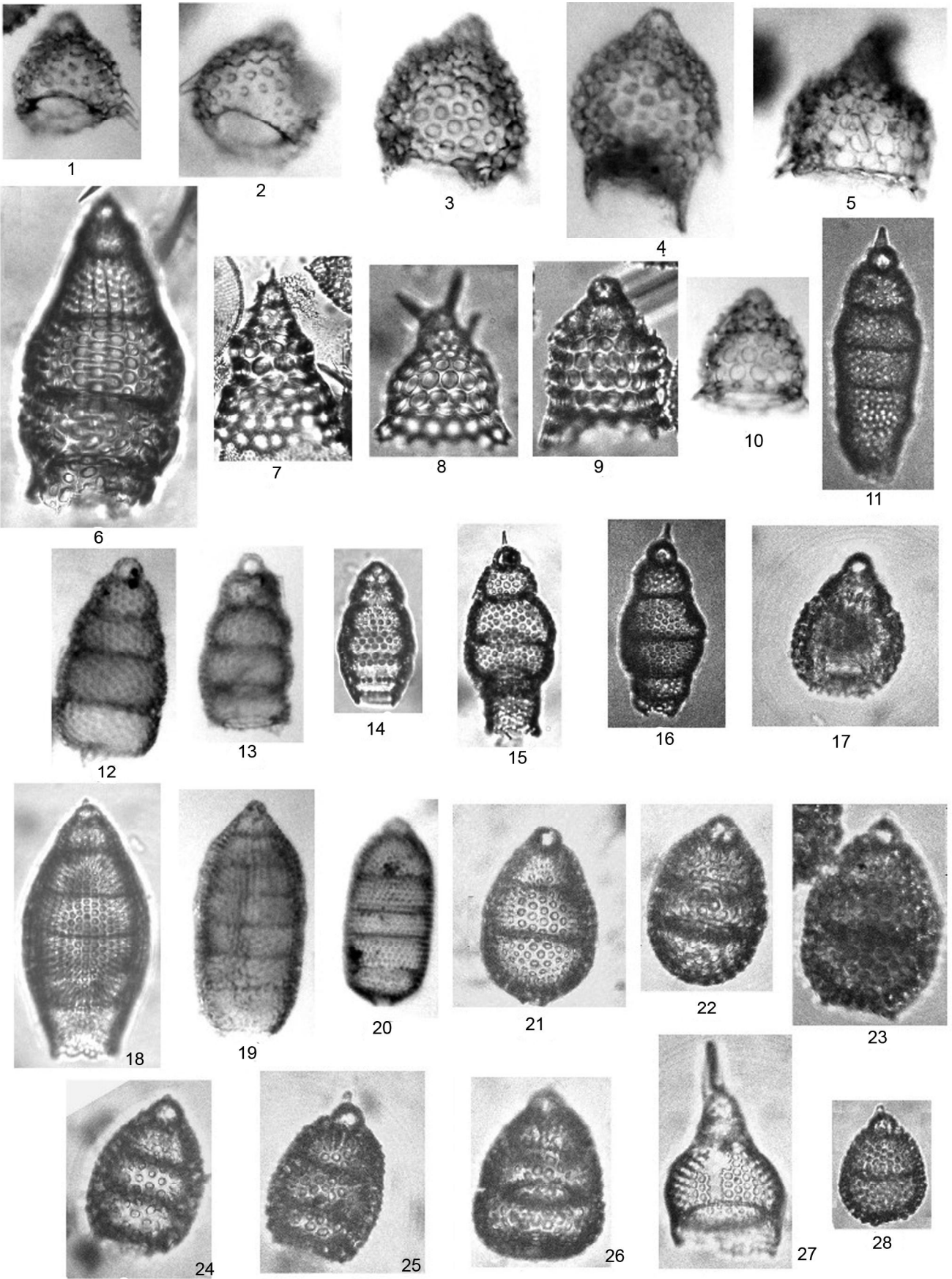


Рис. 6. Таксономический состав видов Radiolaria в кернах 434B-11-1 и 434B-8-2.

Фотогалабца II.



**Плиоцен.** Слои с *Stylodictya validispina* (глубина 282.0–291.5 м, 434-31-1).

Литологический состав представлен диатомовым аргиллитом серо-зеленого цвета. Радиолярии имеют удовлетворительную сохранность. В ассоциации преобладали представители спиральной группы с доминированием родов: *Spirotunica* – 20.26 %, *Stylodictya* – 8.81 %, *Spongodiscus* – 7.05 %, а также виды типа *Spumellaria*: *Thecosphaera* ex gr. *pseudojaponica* Nakaseko – 2.64 %, *Echinomma* sp. – 1.76 %, *Spirotunica* aff. *irregularis* (Dreyer) – 3.52 %, *Stylodictya validispina* Jorgensen – 4.41 % и др. Представители типа *Nassellaria* единичны: *Stichocorys delmontensis* Campbell et Clark – 1.32 %, *Botryostrobus* ex gr. *auritum* Ehrenberg – 0.88 %, *Botryostrobus* aff. *bramlettei* (Campbell et Clark) – 0.44 %, *Lithocampe radricula* Ehrenberg – 0.44 % и др.

Слои с *Lychnocanium parallelipes* (= *Lychnocanium altum*) (глубина 244.0–253.5 м, 434-27-1 (103-108)).

Обсуждаемые слои соответствуют зоне *L. parallelipes-Lithocampe radricula*\*, выделенной на островном склоне Японского желоба по глубоководному разрезу скв. 438А [40].

Литологический состав представлен глинистыми диатомитами и диатомовыми аргиллитами. В ассоциации радиолярий доминировали сфероидные фор-

мы, принадлежащие к типу *Spumellaria*, на их долю приходилось 36.71 %: *Hexalonche conicornis* Haekel – 2.29 %, *Thecosphaera* aff. *tochigiensis* Nakaseko – 2.75 %, *Echinomma* sp. – 8.72 %, *Haliometta* sp. – 5.05 % и др. Из представителей типа *Nassellaria* встречаются: *Lychnocanium parallelipes* Motoyama – 1.38 %, *Pterocorys* ex gr. *aquila* Haekel – 0.46 %, *Botryostrobus* aff. *bramlettei* (Campbell et Clark) – 1.38 % и др.

Слои с *Lithocampe radricula*\*\* (глубина 253.5–177.5 м, 434-27-1(77-81) – 434-20-1). Литологический состав представлен глинистыми диатомитами и диатомовыми аргиллитами. Из представителей типа *Spumellaria* преобладали сфероидные формы: *Thecosphaera* ex gr. *pseudojaponica* Nakaseko – 4.61 %, *Haliometta* aff. *concentrica* (Nakaseko) – 3.29 % и др. Из представителей типа *Nassellaria* встречаются виды: *Lithocampe radricula* Ehrenberg – 1.42 %, *Lithocampe peregrina* (Riedel et Sanfilippo) – 2.13 %, *Lamprocyclus* ex gr. *heteroporos* Hays – 2.13 % и др.

Слои с *Clathrocyclus bicornis* (глубина 168.0–130.0 м, 434-19-2 – 434-15-2). Эти слои являются аналогом одноименной зоны, выделенной на возвышенности Обручева в северной части Императорского хребта (скв. 192) [7–9]. Литологический состав представлен диатомовыми аргиллитами, в составе которых присутствуют плагиоклазы. Радиолярии имеют

\*И.М. Поповой был выделен вид *Lychnocanium altum* [10] из разреза миоцена Южного Сахалина раньше, чем этот вид был описан И. Мотуямой как *Lychnocanium parallelipes* [26].

\*\*В плиоцене Западно-Тихоокеанской области ранее были выделены слои с *Stichocorys peregrina* F.A. и F.B. [9]. Работа по таксономии многокамерных *Nassellaria* позволила определить родовую принадлежность обсуждаемого вида как *Lithocampe peregrina* и выделить в осадочном слое Западно-Тихоокеанской области слои с *Lithocampe radricula* и *Lithocampe peregrina* [13, 14].

## Фототаблица II.

**Фиг. 1, 2.** *Lychnocanium* ex gr. *nipponicum* Nakaseko: **1** – обр. 434, керн 27, секция 1, глуб. 244.0–253.5 м, **2** – обр. 434, керн 7, секция 1, глуб. 54.0–63.5 м; **фиг. 3, 4.** *Lychnocanium parallelipes* Motoyama: обр. 3-434, керн 12, секция 1, глуб. 101.5–111.0 м, **4** – обр. 434, керн 7, секция 1, глуб. 54.0–63.5 м; **фиг. 5.** *Spuroclathrocyclus* sp., обр. 434, керн 19, секция 2, глуб. 168.0–177.5 м; **фиг. 6.** *Eucyrtidium matuyamai* Hays, обр. 434, керн 1, секция 2, глуб. 0.0–6.5 м; **фиг. 7.** *Cycladophora* ex gr. *davisiana* Ehrenberg, обр. 434, керн 1, секция 2, глуб. 0.0–6.5 м; **фиг. 8.** *Spuroclathrocyclus* sp., обр. 434, керн 19, секция 2, глуб. 168.0–177.5 м.; **фиг. 9.** *Clathrocyclus bicornis* Hays, обр. 434, керн 16, секция 1, глуб. 139.5–149.0 м.; **фиг. 10.** *Spuroclathrocyclus* ex gr. *sakaii* (Motoyama), обр. 434, керн 6, секция СС, глуб. 44.5–54.0 м; **фиг. 11.** *Ariadnella elongata* (Stöhr), обр. 434, керн 17, секция 1, глуб. 149.0–158.5 м; **фиг. 12, 13.** *Ariadnella numerosa* Tochilina: **12** – обр. 434, керн 12, секция 1, глуб. 101.5–111.0 м, **13** – обр. 434, керн 27, секция 1, глуб. 244.0–253.5 м; **фиг. 14.** *Botryostrobus tumidulum* (Bailey), обр. 434А, керн 1, секция 2, глуб. 0.0–8.5 м; **фиг. 15, 16.** *Lithocampe peregrina* (Riedel et Sanfilippo), обр. 434, керн 17, секция 1, глуб. 149.0–158.5 м; **фиг. 17.** *Theocorys apollinis* Haekel, обр. 434В, керн 32, секция 1, глуб. 580.5–590.0 м; **фиг. 18.** *Eucyrtidium calvertense* Martin, обр. 434В, керн 11, секция 1, глуб. 381.0–390.5 м; **фиг. 19.** *Eucyrtidium* ex gr. *octocola* (Haekel), обр. 434, керн 6, секция СС, глуб. 44.5–54.0 м; **фиг. 20.** *Eucyrtidium* aff. *hexacola* (Haekel), обр. 434, керн 17, секция 1, глуб. 149.0–158.5 м; **фиг. 21, 22.** *Cyrtocapsa tetrapera* Haekel: **21** – обр. 434В, керн, 32, секция 1, глуб. 580.5–590.0 м, **22** – обр. 434В, керн 35, секция 1, глуб. 609.0–618.5 м; **фиг. 23.** *Cyrtocapsa compacta* Haekel, обр. 434В, керн 26, секция 2, глуб. 523.5–533.0 м; **фиг. 24, 25.** *Cyrtocapsa subconica* Nakaseko, обр. 434В, керн 32, секция 1, глуб. 580.5–590.0 м; **фиг. 26.** *Cyrtocapsa* ex gr. *quadricava* Tochilina, обр. 434В, керн 35, секция 1, глуб. 609.0–618.5 м; **фиг. 27.** *Calocyclus* aff. *virginis* Haekel, обр. 434В, керн 35, секция 1, глуб. 609.0–618.5 м; **фиг. 28.** *Theocapsa* ex gr. *japonica* (Nakaseko), обр. 434В, керн 32, секция 1, глуб. 580.5–590.0 м.

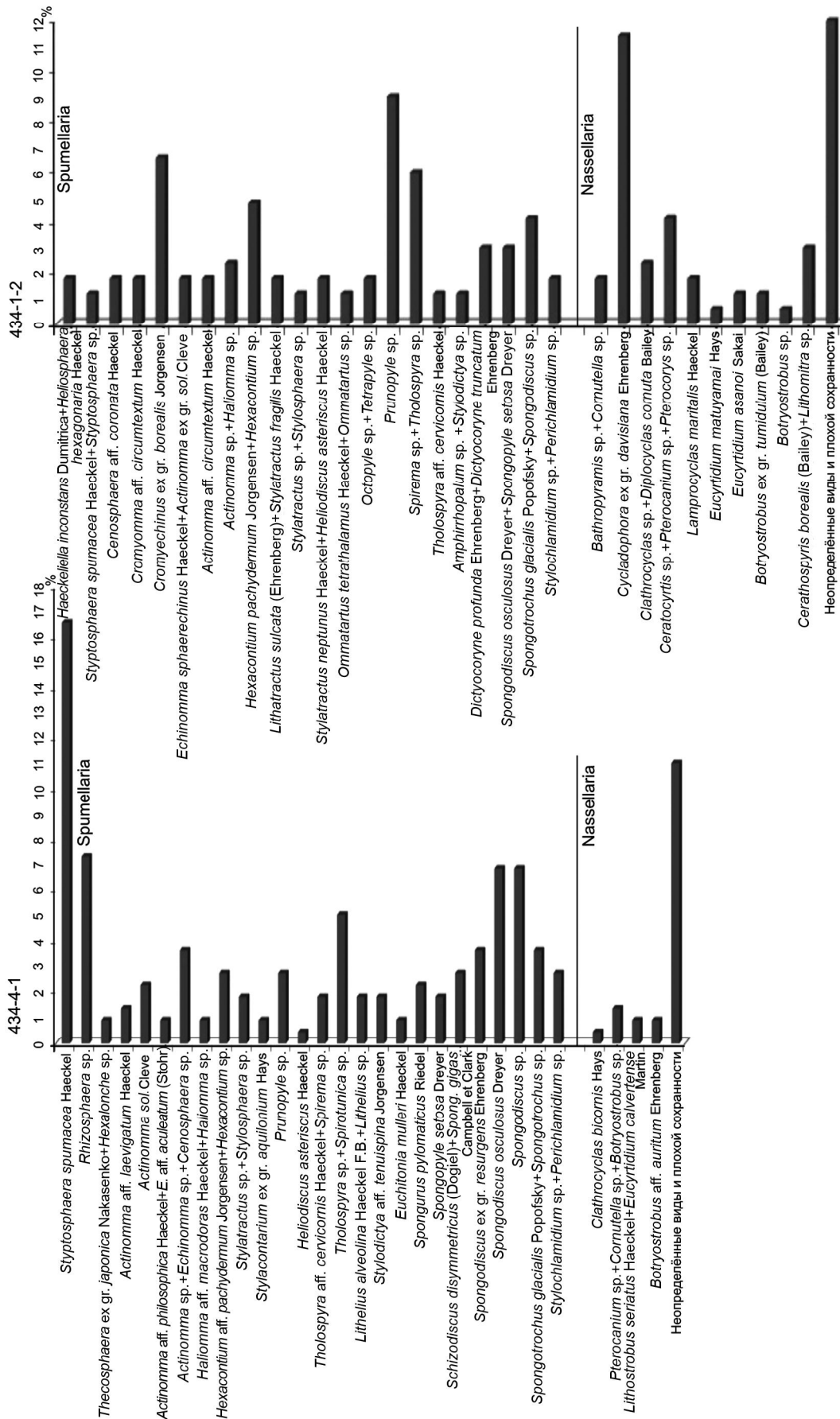


Рис. 7. Таксономический состав видов Радиолария в кернах 434-4-1 и 434-1-2.

преимущественно хорошую сохранность. В ассоциации доминировала спонгиевая группа типа *Spumellaria*; из представителей типа *Nassellaria* встречены: *Clathrocyclus bicornis* Hays, *C. sp.*, *Spuroclathrocyclus sp.*, *Cycladophora davisiana* Ehrenberg, *Lithocampe peregrina* (Riedel et Sanfilippo) и др. Следует отметить присутствие в ассоциации единичных представителей рода *Syrtocapsa*, которые еще могли продолжать существовать в более поздний период или могли быть привнесены в результате процессов биотурбации.

**Плейстоцен.** Слои с *Spongodiscus osculosus* (глубина 111.0–35.0 м, 434-12-1 – 434-5-1).

Эти слои являются аналогом одноименной зоны, выделенной на возвышенности Обручева в северной части Императорского хребта [7–9]. Литологический состав представлен диатомовыми аргиллитами, глинами и илами, включающими окатанную гальку туфов. В ассоциации преобладала спонгиевая группа, на долю которой приходилось почти 50 %. Индекс-вид *Spongodiscus osculosus* Dreyer занимал 6.67 %. Кроме этого, встречены: *Echinomma aff. delicatulum* (Dogiel) – 4.24 %, *Stylocontarium aquilonium* Hays – 4.24 % и др. Из представителей типа *Nassellaria* встречены: *Eucyrtidium calvertense* Martin, *Lychnocanium aff. grande* Campbell et Clark, *Cycladophora davisiana* Ehrenberg и др.

Слои с *Styptosphaera spumacea* (глубина 35.0–6.5 м, 434-4-1 – 434-2-1).

Литологический состав представлен глинистыми диатомовыми илами. В ассоциации доминировал вид *Styptosphaera spumacea* Haеckel – 16.59 %. Структурный состав ассоциации представлен на рис. 7.

Слои с *Botryostrobus tumidulum* (глубина 6.5–0 м, 434-1-2, 434А-1-2).

Обсуждаемые слои являются аналогами одноименной зоны, выделенной Дж. Хейсом в северной части Тихого океана [21]. Литологический состав представлен диатомовыми илами. В ассоциации *Radiolaria* произошли значительные изменения: появились виды тропической области Тихого океана. Из *Nassellaria* доминировали: *Botryostrobus tumidulum* (Bailey) – 5.45 % и *Cycladophora ex gr. davisiana* Ehrenberg – 2.55 % (рис. 7).

#### О ПЕРЕРЫВАХ В ГЕМИПЕЛАГИЧЕСКОМ ОСАДКОНАКОПЛЕНИИ

В основании обсуждаемого разреза кайнозоя существует *стратиграфический мел-олигоценый перерыв* в связи с отсутствием палеоцена, эоцена и почти всего олигоцена.

В разрезе кайнозоя\* вскрыта сложная серия слоев, одна часть которых представлена гемипелагиче-

скими осадками, содержащими радиолярий; другая часть слоев представлена грубообломочным материалом, обогащенным пирокластикой, в которых радиолярии отсутствуют (или единичны)\*\*. Литофациальные различия коррелируются с распространением или отсутствием пелагических радиолярий, что свидетельствует о резких изменениях в режиме седиментации. Обсуждаемые события могли быть связаны с тектоно-магматическими событиями, происходившими на островной дуге [25] и имевшими различную интенсивность и масштаб проявлений, а также с трансгрессивно-регрессивными фазами и климатическими изменениями.

В обсуждаемых разрезах отмечено несколько интервалов, в которых происходило резкое увеличение вулканогенно-терригенной составляющей (рис. 2).

Это касается базальных слоев, названных «стратозкотоном» (интерв. глуб. 637.5–628.0 м), характеризующихся смешанным таксономическим составом радиолярий, присутствием радиолярий мелового возраста, небольшой численностью и плохой сохранностью.

Выше залегают слои с *Haliomma entactinia* (скв. 434В, интерв. глуб. 618.5–609.0 м). Основание этих слоев соответствует олигоцену–раннему миоцену, но более вероятно – позднему олигоцену. Это подтверждено таксономическим составом радиолярий, выявленным ранее и в других глубоководных разрезах среднеширотной области Тихого океана [9, 16, 39]. Основанию обсуждаемых слоев соответствуют даты 24–23 млн лет [41].

Выше по разрезу имеется еще несколько крупных перерывов в гемипелагической седиментации, один из которых соответствует интервалу глубин 427.5–291.5 м, что соответствует основанию зоны *Lychnocanium nipponicum*. По времени эти перерывы начались в среднем миоцене – 17.0, 15.0–12.8 млн л. н. [19, 34] и продолжались в позднем миоцене – 10.0–7.0 млн л. н. [31]. Приведенные даты абсолютного возраста получены при корреляции с палеомагнитной шкалой скв. 584 [31] и скв. 436 [19]. В этот период времени увеличилась интенсивность

\*Бурение островного склона Японского желоба по разрезу скв. 434 было остановлено на глубине 301.0 м и продолжено с глубины 295.5 м до 637.5 м по скв. 434В. Это зависело не только от технических условий бурения, но и от литологического состава осадков: глыбы, конкреции больших размеров, брекчия. Это могло быть причиной только 20 % получения зерна. В интервале 514.0–475.0 м часть зерна отсутствует.

\*\*Следует отметить, что в это время диатомовые водоросли продолжали существовать (с небольшими перерывами).

подъема о. Хонсю в связи с тектоническим фактором, который определяется перепадом высот [5].

Следующая серия перерывов прослеживается в плиоценовое время в интервале глубин от 206.0 до 111.0 м и относится к зоне *Clathrocyclus bicornis*. Эти перерывы соответствуют датам: 3.2–2.54 млн лет [31].

В процессе седиментации многократно изменявшиеся условия влияли на соленость, температуру и другие характеристики водных масс. Существование стеногалинной фауны радиолярий происходило в неблагоприятных, стрессовых условиях. Справедливое замечание о трудностях и, часто, невозможности разработки биостратиграфических схем в таких районах высказал А.П. Лисицин [5]. Но, несмотря на действительные трудности в создании биостратиграфической схемы, благодаря применению экостратиграфического анализа и статистических методов, удалось восстановить стратиграфическую последовательность в кайнозое. Следует отметить, что основу экостратиграфического анализа составляла высокочувствительная фауна радиолярий, по которой удалось реконструировать эпохи гемипелагического осадконакопления и подойти к выявлению периодичности осадочного процесса.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Осадочный слой островного склона Японского желоба почти не дислоцирован, но разделяющие блоки разломы хорошо видны на сейсмическом профиле [1, 35]. Осадочный слой кайнозоя формировался в условиях смены гемипелагического и вулканогенно-терригенного режимов седиментации. Питающей провинцией на границе олигоцена и миоцена могла быть «Земля Ойясио» («Oyashio ancient landmass») [18, 30, 33]. Позже, в неоген-плейстоценовое время питающей провинцией была островная дуга.

В разработке стратиграфической схемы кайнозоя по разрезам 434 и 434В применялся экостратиграфический анализ, включающий: биостратиграфические исследования фауны радиолярий и флоры [12]; литологические характеристики; радиометрические даты\*.

Результаты применения экостратиграфического анализа к обсуждаемым разрезам, несмотря на наличие перерывов, не подтвердили наличия аккреционной призмы в осадочной толще. Представление об отсутствии аккреционных клиньев и отсутствие мно-

гократного повторения слоев подтверждают результаты и минералогических анализов, показавших слои не океанической, а островной природы [4, 27, 28]. Важные результаты, полученные по петрологическим исследованиям, показали, что в неоген-плейстоценовое время субдукция отсутствовала и что пик эоцен-олигоцен-раннемиоценовой базальтовой активности соответствовал максимальному растяжению литосферы, разрыву позднемелового слэба [6].

Восстановленная в настоящей работе биостратиграфическая последовательность и ранее выявленная этапность [13] в развитии радиолярий представляют принципиально новые данные о возрасте базальных слоев, которые определены границей олигоцена и раннего миоцена. Выделенные ранее этапы, отмеченные радиометрическими датами, подтверждают периодичность в процессе формирования осадочного слоя, покрывающего островной склон Японского желоба в кайнозойскую эпоху.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают глубокую благодарность А.И. Ханчуку за помощь и полезные замечания к работе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев Б.И. Геологическое строение и происхождение Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2009. 560 с.
2. Витухин Д.И. Расчленение кайнозоя Дальнего Востока по радиоляриям. М.: Наука, 1993. 105 с.
3. Гапликова (Василенко) Л.Н., Точилина С.В. О новой методике выделения радиолярий на примере глубоководного разреза Западно-Тихоокеанской области // Современная палеонтология: классические и новейшие методы / Тез. докл. IV школы молодых ученых-палеонтологов (совместно с XLVII конференцией молодых палеонтологов МОИП), 15–17 октября 2007 г., г. Москва. М.: Палеонтол. ин-т РАН, 2007. С. 14–16.
4. Курносов В.Б. Глинистые осадки главных структурных элементов окраин Тихого океана (по материалам глубоководного бурения). М.: Наука, 1982. 224 с.
5. Лисицын А.П. Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах. М.: Наука, 1988. 308 с.
6. Мартынов Ю.А., Ханчук А.И. Кайнозойский вулканизм восточного Сихотэ-Алия: результаты и перспективы петрологических исследований // Петрология. 2013. Т. 21, № 1. С. 1–16.
7. Точилина С.В. Биостратиграфия (радиолярии) кайнозойских отложений Берингова моря // Геология Командорской впадины. Владивосток, 1980. С. 13–28.
8. Точилина С.В. Миоцен-плиоценовый рубеж Берингова моря и возвышенности Обручева в Тихом океане // Геологическая история Берингова моря. Владивосток, 1981. С. 70–82.
9. Точилина С.В. Биостратиграфия кайнозоя северо-западной части Тихого океана. М.: Наука, 1985. 134 с.
10. Точилина С.В., Вагина Н.К., Попова И.М., Ремизовский В.И. Верхний кайнозой Южного Сахалина (по опор-

\*Радиометрические даты границ «слоев с радиоляриям» получены в Япономорской области. Эти даты близки к датам абсолютного возраста границ неогеновых ярусов Тетической области, в которой разрабатывается Международная стратиграфическая шкала кайнозоя.

- ным разрезам рек Малый Такой, Бачинская). Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. 80 с.
11. Точилина С.В. Новые виды типа *Nassellaria* (Radiolaria) // Материалы XIII Всероссийского микропалеонтологического совещания 21–23 ноября 2005 г., г. Москва. М.: Геол. ин-т РАН, 2005. С. 95–96.
  12. Точилина С.В., Вагина Н.К., Гапликова (Василенко) Л.Н. Палеоокеанологические исследования северо-запада Тихого океана на примере экологической дивергенции радиоларий // Дальневосточные моря России. Кн. 2. Исследование морских экосистем и биоресурсов. М.: Наука, 2007. С. 581–592.
  13. Точилина С.В. Эволюция биогеографических провинций западной части Тихого океана и его окраинных морей в кайнозой // Дальневосточные моря России. Кн. 3. Геологические и геофизические исследования. М.: Наука, 2007. С. 417–427.
  14. Точилина С.В. О критериях в таксономии типа *Nassellaria* // Новости палеонтологии и стратиграфии: Приложение к журналу «Геология и геофизика». Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. Т. 49. С. 61–66. (Вып. 10-11).
  15. Точилина С.В., Василенко Л.Н. К эволюции спиральных *Spermellaria* миоценовой эпохи Японского желоба // IV Междунар. симпозиум. «Эволюция жизни на земле». Томск, 2010. С. 48–52.
  16. Точилина С.В. О проблеме границ в неогеновой системе // Труды XV Всероссийского микропалеонтологического совещания «Современная микропалеонтология», г. Геленджик, сентябрь 2012 г. Геленджик, 2012. С. 295.
  17. Akiba F., Yanagisawa Y. Taxonomy, morphology and phylogeny of the Neogene diatom zonal marker species in the middle-to-high latitudes of the North Pacific / H. Kagami, D.E. Karig, W.T. Coulbourn et al. // Init. Repts. DSDP, 87: Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1986. P. 483–554.
  18. Fujioka K. Conglomerates of volcanic rocks of Deep Sea Drilling Project Site 439 // Init. Repts. DSDP, 56, 57, Pt. 2. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. P. 1081.
  19. Gansei C.C., Gorbarenko S.A., Komarov A.N. Fission-track age of volcanic glasses from ash layers // Init. Repts. DSDP, 56, 57, Pt. 2. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. P. 1277–1279.
  20. Harper H.E. Diatom biostratigraphy of Sites 434, 435, and 436, northwestern Pacific, Leg 56, Deep Sea Drilling Project // Init. Repts. DSDP, 56, 57, Pt. 2. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. P. 633–640.
  21. Hays J.D. Stratigraphy and evolutionary trends of Radiolaria in North Pacific deep-sea sediments / J.D. Hays (Ed.) // Geological investigations of the North Pacific: Geol. Soc. Am. Mem. 1970. 126. P. 185–218.
  22. Kamikuri S., Motoyama I., Nishi H., Iwai M. Neogene radiolarian biostratigraphy and faunal evolution of ODP Sites 845 and 1241, eastern equatorial Pacific // Acta Palaeontologica Polonica. 2009. V. 54, N 4. P. 713–742.
  23. Kurnosov V., Tseitlin N., Narnov G. Clay minerals: Paleogeographic and diagenetic aspects // Init. Repts. DSDP, 56, 57, Pt. 2. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. P. 979–1003.
  24. Langseth M. et al. Site 434: the lower trench slope, leg 56, Deep Sea Drilling Project // Init. Repts. DSDP, 56, 57, Pt. 2. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. P. 355–398.
  25. McArthur M.A., Carson B., Roland von Huene. Initial tectonic deformation of hemipelagic sediment at the leading edge of the Japan convergent margin // Init. Repts. DSDP, 56, 57, Pt. 2. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. P. 569–613.
  26. Motoyama I. Late Neogene radiolarian biostratigraphy in the subarctic Northwest Pacific // Micropaleontology. 1996. V. 42, N 3. P. 221–262.
  27. Murdmaa I., Kazakova V. Coarse-silt-fraction mineralogy of Japan Trench sediments, Deep Sea Drilling Project Legs 56 and 57 // Init. Repts. DSDP, 56, 57, Pt. 2. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. P. 1005–1009.
  28. Murdmaa I., Gordeev V., Kuzmina T., Turanskaya N., Mikhailov M. Geochemistry of the Japan Trench sediments recovered on Deep Sea Drilling Project Legs 56 and 57 // Init. Repts. DSDP, 56, 57, Pt. 2. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. P. 1213–1232.
  29. Nakaseko K., Sugano K. Neogene radiolarian zonation in Japan // Geol. Soc. Japan, Mem. 1973. N 8. P. 23–34.
  30. Nasu N., Roland von Huene, Ishiwada Y., Langseth M., Bruns T., Honza E. Interpretation of multichannel seismic reflection data, Legs 56 and 57, Japan Trench Transect, Deep Sea Drilling Project // Init. Repts. DSDP, 56, 57, Pt. 1. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. P. 489–503.
  31. Niitsuma N. Paleomagnetic results, Nankai trough and Japan trench, Deep Sea Drilling Project Leg 87 // Init. Repts. DSDP, 87. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1993. P. 757–786.
  32. Reynolds R. A., Sakai T., Casey R.E. Synthesis of Radiolarian results from DSDP Legs 56 and 57 and their relation to other North Pacific sections // Init. Repts. DSDP, 56, 57, Pt. 2. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. P. 771–773.
  33. Rullkötter J., Cornford C., Flekken P., Welte D.H. Organic geochemistry of sediments cored during Deep Sea Drilling Project Leg 56 and 57 Japan Trench // Init. Repts. DSDP, 56, 57, Pt. 2. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. P. 1291–1304.
  34. Saito K., Takahashi M., Umetsu H., Ichikawa N. K-Ar and <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar ages of two tuff beds in the Miocene Haraichi Formation, Central Japan, and a discussion on the appearance age of globigerina *Nepenthes* // Fifth international congress on Pacific Neogene stratigraphy and IGCP Project 246 «Pacific Neogene: Environment, Evolution and Events» / Abstr. vol. Shizuoka, Japan, October 6–10, 1991. P. 97–98.
  35. Site 434, the Lower Trench Slope, Leg 56 (Shipboard Scientific Party) // Init. Repts. DSDP, 56, 57, Pt. 2. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. P. 362.
  36. Sakai T. Radiolarians from Sites 434, 435, and 436, Northwest Pacific, Leg 56, Deep Sea Drilling Project // Init. Repts. DSDP, 56, 57, Pt. 2. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. P. 695–734.
  37. Sugisaki R. Major element chemistry of the Japan Trench sediments, Legs 56 and 57, Deep Sea Drilling Project // Init. Repts. DSDP, 56, 57, Pt. 2. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. P. 1233–1249.
  38. 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 Project 246: Abstr. vol. Japan, 1991. P. 114–115.
  39. Tochilina S.V., Vagina N.K., Popova I.M. On evolution of the Japan Trench in Neogene // Fifth International Congress on Pacific Neogene stratigraphy and IGCP Project 355: Abstr. vol. Japan, 1995. P. 19–23.
  40. Tochilina S.V. Radiolarian analysis for the chronostratigraphy

of the Japan trench // Marine environmental and resources in XXI century: Abstracts of the 2<sup>nd</sup> Russia – China Symposium on Marine Science, 10-13 October, 2012, Vladivostok, Russia. Vladivostok: FEB RAS, 2012. P. 178–180.

41. Yanagisawa M., Takigami Y., Ozima M., Kaneoka I. <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar

ages of boulder drilled at Site 439, Leg 57, Deep Sea Drilling Project // Init. Repts. DSDP, 56, 57, Pt. 2. Washington: U.S. Govt. Printing Office, 1980. P. 1281–1284.

*Рекомендована к печати Л.И. Попеко*

*S.V. Tochilina, L.N. Vasilenko*

### **New data on the stratigraphy of the Japan Trench island slope**

Results of the ecostratigraphic analysis using statistical data handling of radiolarian fauna from the sections of sites 434, 434A, 434B firstly allow us: (1) to identify the stratigraphic succession and some hiatuses in the hemipelagic sedimentation, and (2) to determine the age of basal layers of the sedimentary cover as an Oligocene-early Miocene boundary. The results obtained present new data on the age and environmental conditions of the formation of the sedimentary cover of the Japan Trench island slope. The "layers with radiolarians" correspond to previously determined zones. The boundaries of "layers with radiolarians" are marked by radiometric dates obtained on sections of the Japan Sea on transect: sites 436, 439 and 584. It enabled to reveal the cyclicity of the sedimentation process.

**Key words:** Radiolaria, Miocene, Pliocene, Pleistocene, Japan Trench.