

СООБЩЕНИЯ

УДК 561.26(571.64)

© М. В. Черепанова, Т. А. Гребенникова

ФЛОРА *BACILLARIOPHYTA* ИЗ ОЗЕРНЫХ ДИАТОМИТОВ ОСТРОВА КУНАШИР (КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА)M. V. CHEREPANOVA, T. A. GREBENNIKOVA. DIATOMS OF THE KUNASHIRI ISLAND LAKE
DIATOMITES (KURILE ISLANDS)

Светлой памяти

Ираиды Викторовны Макаровой посвящается

Изучены видовой состав и экологическая характеристика диатомовых палеосообществ из плейстоцен-голоценовых диатомитов о-ва Кунашир. Выявлено, что исследованная флора развивалась в различных биотопах. Дана характеристика породообразующих и доминирующих комплексов диатомей. Сравнительный анализ показал сходство плейстоценовой флоры Курильских о-вов с флорами из диатомитов Армении и Камчатки. Голоценовая флора идентична современным сообществам о-ва Кунашир. Причиной интенсивного развития диатомей и образования диатомитов являются продолжительный вегетационный период, обусловленный палеоклиматическими особенностями, и богатство питательных веществ, поставляемых при извержении вулканов.

Ключевые слова: *Bacillariophyta*, диатомит, плейстоцен, голоцен, озера, Курильские о-ва.

Диатомовым водорослям принадлежит важная роль в процессе накопления особого типа кремнистых отложений на дне морских и континентальных водоемов — диатомитов.

Диатомиты на 50—80 % состоят из панцирей *Bacillariophyta*, причем чем выше содержание диатомей в породе и чем однороднее их видовой состав, тем более высокого качества диатомит, используемый в промышленности.

Работа посвящена изучению диатомовых водорослей из плейстоцен-голоценовых озерных диатомитов о-ва Кунашир.

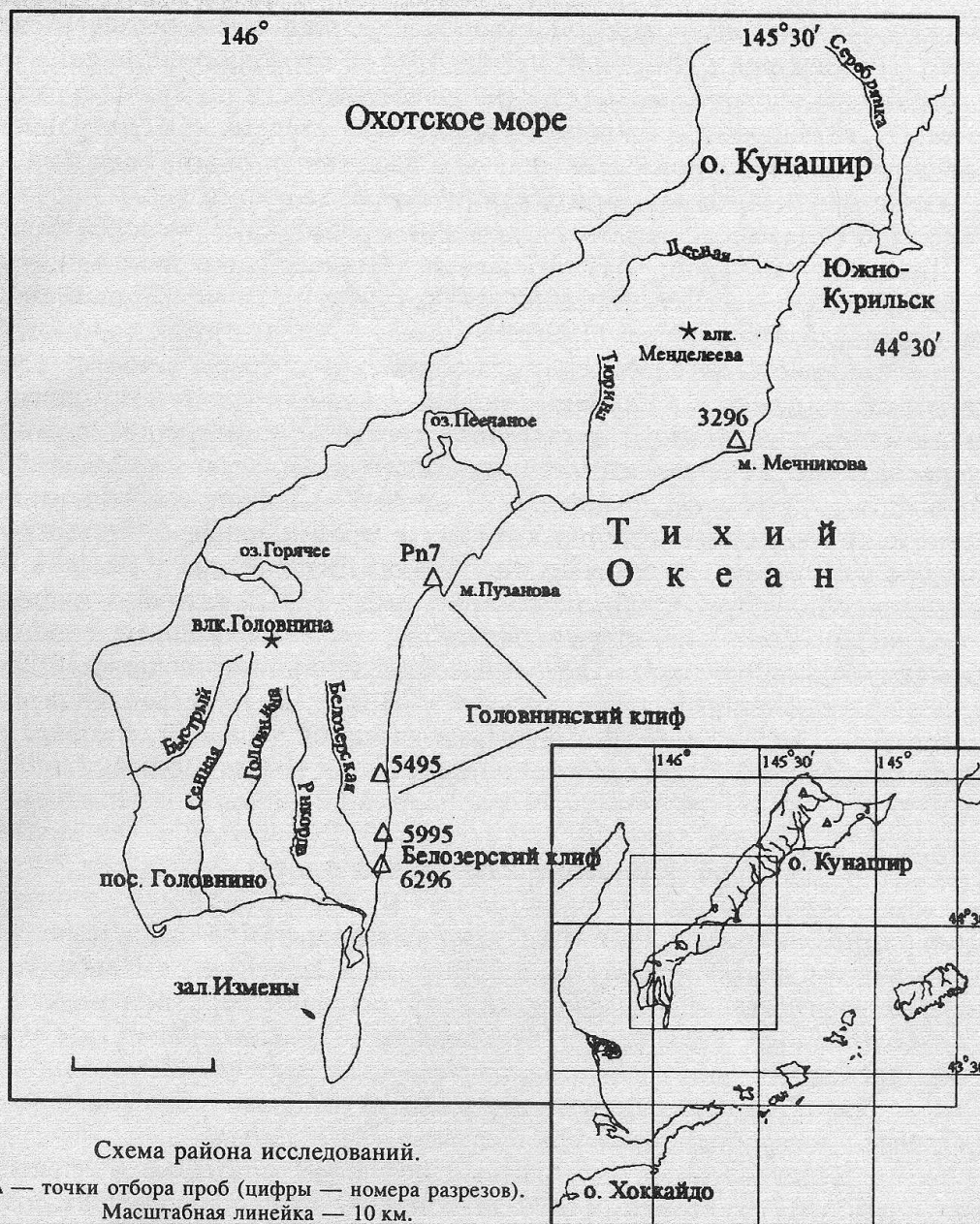
Ранее диатомеи из кремнистых органогенных отложений Курильских о-вов изучались на о-ве Итуруп в миоценовых и плиоценовых диатомитах морского генезиса (Жузе, 1962; Козыренко, Шешукова-Порецкая, 1967; Векшина, 1968). Пресноводная диатомовая флора из озерных отложений кальдеры вулкана Головнина была описана Е. Г. Лупкиной (Фазлулин, Батоян, 1989).

Материал и методика

Материалом для работы послужили пробы из 5 диатомитов, отобранные во время полевых работ в 1995 и 1996 гг. на восточном побережье о-ва Кунашир (см. рисунок).

Из разреза Рп 7 диатомита мощностью 10 м, вскрытого на высоте 50 м над ур. м. в 70-метровом береговом обрыве около мыса Пузанова, было взято 8 образцов. Видимая протяженность линзы 50 м. Диатомит залегает на синевато-серых тонкослоистых алевритах морского генезиса. Перекрыты диатомовые отложения тефрой с эоловой супесью и почвой мощностью до 8 м. Возраст диатомита предположительно датируется серединой позднего плейстоцена (Пушкарь и др., 1998).

Один образец был отобран из 5-сантиметровой линзы диатомита на высоте 1 м над ур. м. из разреза 6296 6—8-метрового Белозерского клифа. Протяженность линзы 0.5 м. Радиоуглеродный возраст перекрывающего торфяника определен (Корот-



кий и др., 1994) в $39\,500 \pm 1000$ лет назад (ГИН—7896) и $42\,600 \pm 1500$ лет назад (ГИН—7897).

Из 3-сантиметровой линзы диатомита из разреза 3296 в 60-метровом береговом обрыве на мысе Мечникова отобрана 1 проба. Линза залегает на высоте 16 м над ур. м. и перекрыта прослоем торфа. Возраст отложений определен серединой позднего плейстоцена (Полунин, 1969).

2 пробы отобраны в южной части 32-метрового Головинского клифа: в 200 м южнее водопада на глубине 0.8 м из 3-сантиметровой линзы диатомита (разрез 5495) и в 3 км южнее водопада на глубине 1.2 м из 2-сантиметровой линзы (разрез 5995). Из перекрывающих торфянистых алевроитов получена радиоуглеродная дата (Разжигаяева и др., 1998) 7180 ± 100 лет назад (ГИН—8629).

Для сравнительного анализа ископаемых и современных флор диатомей исследуемого острова параллельно проводилось изучение качественных сборов диатомовых водорослей из ныне существующих озер и других водных биотопов.

Техническая обработка образцов осуществлялась по общепринятой методике (Диатомовые..., 1974).

Таксономический анализ и подсчет створок диатомей проводились в световом микроскопе при увеличении 20×90 на стекле 18×18 мм. Для определения участия отдельных видов в экологической структуре палеосообществ подсчитывалось 250—300 створок. После набора необходимого количества створок просмотр препарата проводился в виде «свободного поиска», что увеличило общий видовой состав диатомей за счет форм, представленных единичными створками.

В работе принята классификация диатомей, разработанная российскими диатомологами (Диатомовые..., 1988). Экологические характеристики диатомей взяты из работ К. Krammer, Н. Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, b), Н. Van Dam et al. (1994), С. С. Бариновой, Л. А. Медведевой (1996).

При характеристике экологической структуры палео- и современных диатомовых сообществ мы столкнулись с проблемой оценки значимости сопутствующих видов. В изученном материале таксоны, входящие в состав доминирующих комплексов, имеют очень высокие количественные показатели: доминанты — более 80 % от общего количества створок, субдоминанты — до 30 %. На фоне такого доминирования сопутствующие виды, содержание которых в пробах менее 1 %, теряют свою статистическую значимость, хотя по шкале обилия (Диатомовые..., 1974) они отмечались бы с оценкой «часто». Чтобы не потерять этот важный источник информации об экологических особенностях формирования палео- и современных сообществ, в работе приняты следующие группы встречаемости: единичные — менее 0.2—0.3 % от общей численности створок, обычные — 0.5—1.0 %, часто встречающиеся 1.0—5.0 % и массовые — более 5.0 %. Доминантами являются диатомей, составляющие в палеосообществах более 30.0 %, субдоминантами — от 10.0 до 30.0 %.

Характеристика диатомовой флоры

Флора из разреза диатомита на мысе Пузанова включает 155 видов и внутривидовых таксонов диатомовых, относящихся к 36 родам, 16 семействам. Наиболее разнообразно представлен класс *Pennatophyceae* (143 таксона), особенно роды *Fragilaria* (16), *Achnanthes* (16), *Pinnularia* (14), *Navicula* (13), *Cymbella* (13), *Gomphonema* (11). Из представителей класса *Centrophyceae* встречено 11 таксонов, среди которых виды родов *Stephanodiscus* и *Aulacoseira* наиболее обильны и являются доминирующими в изученных палеосообществах.

Основная часть видового состава диатомовой флоры представлена бентосными (эпифитами и донными) диатомеями (142 таксона), 12 таксонов являются планктонными. По географическому распространению преобладают космополиты (72.1 % от общего числа таксонов), в меньшей степени представлены высоко-бореальные (9.1 %) и северо-альпийские (5.8 %) виды. По отношению к активной реакции воды (pH) доминируют алкалифилы (39.0 %), реже встречаются циркумнейтральные (25.3 %), алкалибионты (11.7 %) и ацидофилы (6.5 %). По отношению к солености явное преимущество имеют олигогалобы-индифференты (64.3 %), им уступают галофобы (14.3 %), олигогалобы-галофилы (6.5 %) и мезогалобы (3.2 %). По отношению к сапробности ведущие позиции занимают β -мезосапробы (37.0 %) и олигосапробы (27.3 %), более редки α -мезосапробы (10.4 %) и α -мезо/полисапробы (3.2 %).

Общий характер диатомовой флоры свидетельствует о том, что она формировалась в крупном по площади и глубоком пресном озере с развитой литоралью. По господству планктонных видов по всему разрезу видно, что глубины водоема на протяжении всего времени образования диатомита были относительно большими (> 10 м). Присутствие эпифитов *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehr.) Grun., *C. neodiminuta* Krammer, *Epithemia adnata* (Kuetz.) Bréb., *E. sorex* Kuetz., *Rhoicospheia abbreviata* (Ag.) Lange-B. и др. свидетельствует о существовании в литоральной зоне озера водной растительности. Типичные обитатели дна глубинных зон крупных водоемов (*Cymatopleura elliptica* var. *hibernica* (W. Sm.) V. H., *C. solea* (Bréb.) W. Sm., *Campylodiscus noricus* Ehr., *Amphora ovalis* (Kuetz.) Kuetz., *Neidium ampliatus* (Ehr.)

Grammer и др.) являются показателями прозрачности, хорошей аэрации и высокого содержания кислорода в воде по вертикали. Именно для такого типа современных озер умеренных широт характерно активное развитие видов рода *Aulacoseira* и представителей родов *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos* (Мейер, 1930; Петрова, 1968, 1971; Давыдова, 1985). Аналогичная ситуация отмечена и для палеоводоемов (Mori, 1975; Ikebe, Yokoyama, 1976; Хурсевич, 1976; Хурсевич, Логинова, 1986; Bradbury, 1988 и др.). Водоем отличался пониженной кислотностью, невысоким содержанием солей и имел высокую степень эвтрофности.

Видовой состав флоры по разрезу практически остается однородным. Вместе с тем необходимо отметить смену доминантов, субдоминантов, а также изменение диаметра створок основного пороодообразующего вида *Stephanodiscus niagarae* Ehr. var. *niagarae*. Это вызвано различиями экологических ситуаций, в которых формировались 4 выделенных палеосообщества. Они отражают тенденцию постепенного увеличения глубины озера, температуры поверхностных вод и степени эвтрофности.

Палеосообщество I (интервал 15.7—18.7 м). Доминирует планктонный алкалибионт, олигогалооб-индифферент, α -мезосапроб *Stephanodiscus minutulus* (Kuetz.) Cl. et Möller (63.9 % от общего количества створок), субдоминант — планктонный алкалибионт, олигогалооб-индифферент, β -мезосапроб *Stephanodiscus niagarae* var. *niagarae* (14.9 %). К часто встречающимся отнесены эпифиты олигогалооб-индифференты, β -мезосапробы, алкалифилы *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun. f. *construens*, *Epithemia sorex* (2.4 %), алкалифил, α -мезосапроб *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (Kuetz.) Lange-B. (2.1 %) и донный галофил, β -мезосапроб *Amphora ovalis* (1.2 %).

Створки диатомей имеют хорошую сохранность. Их содержание в породе достигает 1.3 млрд ств./1 г осадка, при этом *Stephanodiscus minutulus* — 650 млн ств./1 г, а *S. niagarae* var. *niagarae* — 210 млн ств./1 г. Диаметр створок *S. minutulus* колеблется от 6.5 до 9.0 мкм, средний — 8.2 мкм. Для этого палеосообщества характерны самые крупные створки *S. niagarae* var. *niagarae*, диаметр их изменяется от 26.0 до 57.0 мкм, а средний — 37.9 мкм.

Доминирование в палеосообществе *Stephanodiscus minutulus* — обитателя гиперэвтрофных водоемов, а также господство α -мезосапробов (66.9 %) свидетельствуют о высоком содержании питательных веществ в воде. Значительный процент (83.2 %) алкалибионтов и отсутствие ацидофилов говорят о пониженной кислотности, а относительное обилие (13.1 %) и разнообразие эпифитных видов, особенно мелких *Fragilaria*, — о небольших глубинах и активном участии реофильного элемента флоры, поступающего с водами впадающих в озеро мелких водотоков. В палеосообществе встречены северо-альпийские *Tetracyclus glans* (Ehr.) Mills, *Pinnularia karelica* Cl., *P. krockii* (Grun.) Cl., обитатели водоемов северных широт — *Aulacoseira islandica* (O. Müll.) Sim., *Tetracyclus emarginatus* (Ehr.) W. Sm., *Denticula kuetzingii* Grun. и др., являющиеся показателями низких температур. Глубина водоема на этом этапе его развития была около 10 м.

Палеосообщество II (11.7—15.7 м). Доминирует *Stephanodiscus niagarae* var. *niagarae* (59.6—66.7 %), субдоминант — планктонный алкалибионт, галофил, α -мезосапроб *Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round (13.8—16.3 %). Массовыми являются *Stephanodiscus minutulus* (до 6.2 %), эпифит алкалифил, олигогалооб-индифферент, α -поли/мезосапроб *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-B. var. *ulna* (до 6.0 %), встречаются часто эпифиты: алкалифилы, олигогалооб-индифференты, β -мезосапробы *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (1.5 %), *Amphora pediculus* (Kuetz.) Grun. (3.0 %), алкалибионт *Epithemia adnata* (1.4 %) и галофил, олигосапроб *Fragilaria construens* f. *subsalina* (Hust.) Hust. (2.7 %). В палеосообществе встречены единичные створки *Cymbellanitza diluviana* Hust., которая считается молодым реликтом (Диатомовые..., 1974). Тем примечательнее находки *Cymbellanitza* в современных сборах планктона оз. Песчаное и наилка р. Серебрянка, вытекающей из этого озера.

Количество створок диатомей составляет 600—820 млн ств./1 г осадка. Содержание *Stephanodiscus niagarae* var. *niagarae* изменяется от 320 до 400 млн ств./1 г. Диаметр его створок колеблется от 21.0 до 46.0 мкм, средний — 29.3 мкм. Створки

S. niagarae var. *niagarae* в данном палеосообществе мельче и нежнее, чем в предыдущем, помимо этого они не всегда имеют форму правильной окружности. Количество деформированных створок превышает 45.0 %. Тонкостенность панциря, его деформация, скорее всего, результат нехватки кремнезема для построения створок и времени для их генерации. Подобные явления наблюдаются при освоении диатомеями новых экотопов (Барина, 1988), при этом отмечается уменьшение диаметра створок, толщины панциря и стенок ареол.

Господство β -мезосапробов (69.4 %) и увеличение содержание олигосапробов (3.0 %), а также уменьшение диаметра створок породообразующего вида, очевидно, связано со снижением содержания питательных веществ. Но, возможно, фосфора в воде было много. Как отмечают P. Kilham, S. Kilham (1978) и Bradbury (1988), для отдельных представителей рода *Stephanodiscus* фосфор является лимитирующим фактором. При высоком содержании его в воде (при этом кремния может быть мало) виды рода *Stephanodiscus* становятся более конкурентоспособными не только по отношению к диатомовым, но и представителям других отделов водорослей. В палеосообществе по-прежнему обильны алкалибионты (84.6 %). При доминировании олигогалооб-индифферентов (96.8 %) повышается участие олигогалооб-галофилов до 3.0 %, а также обитателей вод, богатых электролитами, что является показателем увеличения степени минерализации вод.

Палеосообщество III (10.8—11.7 м). Доминант — планктонный, циркумнейтральный олигогалооб-индифферент, β -мезосапроб *Aulacoseira italica* (Ehr.) Sim. var. *italica* (51.2 %—54.9 %), субдоминант — *Stephanodiscus niagarae* var. *niagarae* (30.7—31.5 %). *Stephanodiscus minutulus* (до 4.0 %), *Cyclotella dubius* (до 4.0 %), *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (до 2.1 %), алкаифил, олигогалооб-индифферент, β -мезосапроб *C. neodiminuta* (1.2 %), алкалибионт, олигогалооб-индифферент, α -поли/мезосапроб *Stephanodiscus hantzschia* Grun. (до 2.5 %) можно отнести к часто встречающимся видам.

Содержание створок в 1 г осадка увеличивается до 1.5 млрд, из них количество створок *Aulacoseira italica* var. *italica* 900, а *Stephanodiscus niagarae* var. *niagarae* — 360 млн ств./1 г. Диаметр створок *A. italica* var. *italica* изменялся от 2.5 до 10.0 мкм, средний составлял 4.6 мкм, диапазон изменения высоты панциря невелик — от 11.0 до 14.0 мкм. По своему участию в образовании породы *A. italica* var. *italica* в данном палеосообществе не уступает субдоминанту *Stephanodiscus niagarae* var. *niagarae*, диаметр створок которого колеблется от 56.0 до 23.0 мкм, средний имеет значение 33.9 мкм. Створки *S. niagarae* var. *niagarae* имеют хорошую сохранность и окремненность, процент деформированных створок невелик (4.5 %).

В палеосообществе уменьшается содержание алкалибионтов (39.6 %) и алкаифилов (4.3 %) и возрастает участие циркумнейтральных видов (55.2 %). Господствуют β -мезосапробы (90.5 %), олигогалооб-индифференты (94.8 %) и планктонные виды (94.5 %). Донные и эпифиты малочисленны (5.4 %). Можно предположить, что именно во время формирования этой толщи водоем достиг максимальных значений своей глубины и площади. По характеру диатомовой флоры он относился к мезотрофно-эвтрофному или эвтрофному типу.

Палеосообщество IV (10.0—10.8 м). Главная его особенность — бидоминантность. Доминируют планктонные *Aulacoseira italica* var. *italica* (36.3—38.6 %) и *Stephanodiscus niagarae* var. *niagarae* (31.7—39.3 %). Субдоминанты — планктонные *Cyclotella dubius* (до 16.6 %) и *Stephanodiscus minutulus* (до 11.8 %). Часто встречаются обрастатели: *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (до 3.3 %), *C. neodiminuta* (до 1.0 %), *Amphora libyca* Ehr. (до 1.5 %), *Epithemia adnata* (до 1.0 %) и *Fragilaria ulna* var. *ulna* (до 1.8 %).

Содержание створок в 1 г осадка уменьшается вверх по разрезу от 920 до 500 млн. Максимальное количество створок *Aulacoseira italica* var. *italica* составляет 310 млн, а *Stephanodiscus niagarae* var. *niagarae* — 250 млн. Диаметр створок колеблется у *S. niagarae* var. *niagarae* от 21.0 до 53.0 мкм, средний — 28.4, а у *A. italica* var. *italica* — от 2.5 до 8.0, средний — 3.9 мкм. Высота панциря изменяется от 8.0 до

13.0 мкм. Но породообразующее значение имеет *S. niagarae* var. *niagarae* с его более крупными и окремненными створками.

В палеосообществе доминируют алкалибионты (50.6—55.6 %), циркумнейтральные виды имеют подчиненное значение (36.9—38.6 %). Господствующее положение занимают олигогалобы-индифференты (93.1—95.4 %), β -мезосапробы (75.6—85.2 %), планктонные (89.5—94.0 %). Палеоводоем продолжал оставаться относительно глубоким, в нем развивалась обильная и разнообразная диатомовая флора.

Исчезновение водоема, как и его появление, связано или с возобновлением вулканической деятельности (толщина диатомита перекрыта и подстилается прослоями пирокластического материала), или с тектоническими подвижками территории. В перекрывающих слой пепла осадках встречена бедная в видовом и количественном отношении диатомовая флора, образованная почвенными формами *Navicula mutica* Kuetz. var. *mutica*, *Pinnularia borealis* Ehr. var. *borealis*, *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. var. *amphioxys*, которые свидетельствуют или о сокращении площади палеоводоема, или о его полном исчезновении.

Бликие по систематическому составу и экологическим характеристикам палеосообщества с доминированием видов *Stephanodiscus* обнаружены в отложениях Центральной Камчатской депрессии. Необходимо заметить, что сравнительный анализ изученных палеосообществ проводился нами с учетом сходства экологических характеристик ископаемой и современной флор диатомей, так как не всегда возможно найти совершенно идентичные по видовому составу сообщества, формирующиеся в сходных природных условиях. Ведь большое влияние на развитие диатомей оказывают узколокальные факторы среды обитания: глубина водоемов, pH, минерализация и т. д. В толще «синих глин» Камчатки, относящихся к раннему плейстоцену (Брайцева и др., 1968), встречена богатая диатомовая флора, образованная *Aulacoseira distans* (Ehr.) Sim. var. *distans*, *A. alpigena* (Grun.) Krammer, *A. italica* var. *italica*, *Stephanodiscus rotula*, *S. flabellatus* Churs. et Log., *S. minutulus*, *S. nativus* Lupic., Chur. et Ozorn. Виды *Stephanodiscus* здесь также можно считать породообразующими. Помимо этого в отложениях о-ва Кунашир встречены единичными створками реликты камчатской неогеновой флоры *Ellerbeckia arenaria* f. *teres* (Brun.) Grawford и *Melosira undulata* (Ehr.) Kuetz. var. *undulata*. Отсутствие другого вида — реликта *Aulacoseira praegranulata* var. *praeislandica* f. *praeislandica* (Sim.) Moiss. свидетельствует в пользу более молодого возраста курильских отложений.

Сходная по видовому составу доминирующего и породообразующего комплексов флора описана Н. И. Головенкиной (1981) для Саллинского месторождения диатомитов Армении. Данное месторождение также генетически связано с озерными отложениями. Они датированы позднеплиоценовым-раннеплейстоценовым возрастом. Значения породообразующих видов в нем достигают *Stephanodiscus minutulus*, *S. rotula*, *S. flabellatus*, *Melosira varians* Ag. (в диатомитах о-ва Кунашир она не обнаружена). Кроме центрических к породообразующему комплексу отнесены следующие пеннатные формы, встреченные и в пузановском диатомите: *Fragilaria leptostauron* var. *martii* (Herib.) Lange-B., *Rhoicosphenia abbreviata*, *Epithemia sorex*, *E. adnata*.

Интересной особенностью пузановского диатомита является отсутствие представителей рода *Cyclotella*, которые встречены практически во всех диатомитах из других районов. Как правило, обилие *Cyclotella* связывают с низкими температурами и незначительной степенью эвтрофности водоема (Диатомовые..., 1974; Давыдова, 1985). С более интенсивным прогревом и повышением эвтрофности виды *Cyclotella* сменяются видами *Aulacoseira* (Ушко, 1959). Это доказывает, что водоем, в котором образовался пузановский диатомит, отличался высоким содержанием питательных веществ, а экологическую нишу *Cyclotella* в нем занимал *Stephanodiscus*, который постепенно вытеснялся *Aulacoseira* вслед за повышением температуры воды, степени эвтрофности и содержания кремнезема.

Сравнительный анализ палеофлоры диатомей пузановского диатомита с современными диатомовыми сообществами показал, что аналогов ей в современном материале не обнаружено. В некоторой степени по обилию планктонных видов родов *Aulaco-*

seira (*A. italica* var. *italica*, *A. alpigena*, *A. granulata* (Ehr.) Sim. var. *granulata*), *Cyclostephanos* (*C. dubius*) и *Stephanodiscus* (*S. flabellatus*, *S. hantzschii*) флоре пузатовского диатомита близка флора озер Лагунное и Песчаное. Так, в оз. Песчаное доминирует *Cyclostephanos dubius* (43.0 %); субдоминантов нет; массово представлены *Aulacoseira granulata* var. *granulata* (5.4 %), *Navicula minima* Grun. (4.8 %), *Achnanthes clevei* Grun. var. *clevei* (4.3 %), *A. grana* Hohn et Hellermann (4.3 %), *Cocconeis disculus* (Schum.) Cl. (4.0 %), *Achnanthes lanceolata* subsp. *dubia* (Grun.) Lange-B. (3.1 %); часто встречаются *Cocconeis neodiminuta* (2.3 %), *Fragilaria pinnata* Ehr. f. *pinnata* (2.3 %), *Amphora pediculus* (2.1 %). В оз. Лагунное также наиболее обилен *Cyclostephanos dubius* (16.2 %); реже обнаружены *Aulacoseira alpigena* (7.1 %), *A. italica* var. *italica* (5.9 %), *Achnanthes lanceolata* (Bréb.) Grun. subsp. *lanceolata* (6.8 %), *Nitzschia commutatoides* Lange-B. (5.3 %), *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (Kuetz.) Lange-B. (3.2 %), *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Bréb. (3.2 %), *Stephanodiscus flabellatus* (2.9 %), *S. hantzschii* (2.7 %). Диатомовая флора очень разнообразна: в оз. Песчаное предварительно определены 112 таксонов, а в оз. Лагунное — 98. Во флоре озер особенно представительны и по количеству таксонов, и по обилию роды *Navicula* (34), *Achnanthes* (22), *Nitzschia* (15), *Fragilaria* (12), *Gomphonema* (11), *Pinnularia* (9), *Cymbella* (8). По видовому разнообразию в них также лидируют донные виды и эпифиты. Участие в диатомовых сообществах галофильных видов свидетельствует о том, что соленость вод озер колеблется от 2 до 5 ‰. По площади и глубине — это самые крупные озера острова.

В диатомите, вскрытом разрезом (6296) на Белозерском клифе, выявлено 38 таксонов, относящихся к 15 родам, 7 семействам. Наиболее разнообразен класс *Pennatophyceae* (33 таксона), однако количество видов отдельных родов невысокое: *Gomphonema* (5), *Pinnularia* (5), *Fragilaria* (4), *Navicula* (3), *Eunotia* (3), остальные представлены 1—2 формами. Класс *Centrophyceae* включает один род *Aulacoseira* (5 таксонов).

Доминируют бентический, циркумнейтральный галофоб, олигосапроб *Aulacoseira crenulata* (Ehr.) Thwaites (50.6 %) и *A. italica* var. *italica* (36.9 %). Необходимо отметить, что *A. crenulata* рассматривается российскими диатомологами в объеме вида *A. italica* var. *italica* (Диатомовые..., 1992), у Krammer, Lange-Bertalot (1991a, b) — это самостоятельный вид. Главная отличительная особенность его — параллельные ряды ареол на загибе створки, перпендикулярные плоскости створки, иногда они могут быть слегка косыми. Ареолы на загибе имеют продолговатую форму. У *A. italica* var. *italica* ряды на загибе створки более косые, чаще спиральные, ареолы округлые. В изученном материале встречены формы с диагностическими признаками, характерными для *A. crenulata*, причем данный вид является субдоминантом палеосообщества вместе с *A. italica* var. *italica* и указанные морфологические особенности четко различаются. Часто встречаются алкалофилы, олигогалофы-индифференты, β-мезосапробы: планктонная *A. ambigua* (Grun.) Sim. (2.0 %), эпифиты *Meridion circulare* (Grev.) Ag. var. *circulare* (2.3 %), индифферент *Eunotia bilunaris* (Ehr.) Mills var. *bilunaris* (1.2 %), *Fragilaria pinnata* Ehr. var. *pinnata* (1.4 %). Обычные виды циркумнейтральные, β-мезосапробы, донный олигогалоф-индифферент *Stauroneis phoenicentron* (Nitzsch) Ehr. (0.8 %) и планктонный галофоб *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kuetz. (0.8 %).

Створки диатомей имеют хорошую сохранность, их количество в осадке достигает 1.2 млрд ств./1 г. Содержание *Aulacoseira italica* var. *italica* составляет 400, а *A. crenulata* — 564 млн. ств./1 г. Диаметр створок у *Aulacoseira crenulata* изменяется от 6 до 24 мкм (средний — 11.3 мкм), высота панциря — от 10 до 16 мкм (средняя — 13.1 мкм), а у *A. italica* var. *italica* диаметр изменяется от 4 до 8 мкм (средний — 6.1 мкм), высота — от 9 до 17 мкм (средняя — 12.1 мкм).

Диатомовая флора включает как планктонные (5 таксонов), так и бентосные (33) формы. Богатый в видовом отношении перифитон не отличается высокими количественными показателями отдельно взятых видов. Все они имеют низкие оценки обилия (не более 1 %).

Анализ экологической структуры палеосообщества позволил предположить, что палеоводоем был небольшим по площади и глубине. Скорее всего, это была чаша родника, воды которого были богаты кальцием. Именно для такого типа водоемов характерно доминирование *Aulacoseira crenulata* в ассоциации с *Meridion circulare*. Дно его целиком входило в эуфотную зону, где развивался богатый в видовом отношении микрофитобентос, представленный видами родов *Diploneis*, *Amphora*, *Fragilaria* и др. Относительно высокий процент (7.2 %) алкалифилов на фоне доминирования циркумнейтральных видов (91.4 %), скорее всего, свидетельствует о том, что рН не превышал 7. Присутствие редких ацидофилов можно объяснить привнесом их небольшими водотоками, которые или протекали по заболоченной территории, или подпитывались минерализованными кислыми источниками. Господство в палеосообществе *Aulacoseira crenulata* — обитателя вод с низкой минерализацией и присутствие олигосапробных форм говорят о том, что палеоводоем относился к олиготрофному или слабоэвтрофному типу.

Радиоуглеродное датирование и экологическая характеристика диатомовой флоры дают основание предположить, что флора диатомей формировалась в период раннего похолодания, предшествовавшего оптимуму (малохетское потепление Сибири) каргинского межледникового. Климат был сухим и прохладным.

В диатомите на мысе Мечникова (разрез 3296) встречено 35 таксонов, принадлежащих 16 родам, 6 семействам. По видовому составу диатомовая флора сходна с флорой диатомита Белозерского клифа. Класс *Centrophyceae* представлен одним родом *Aulacoseira* (5 таксонов), класс *Pennatophyceae* — 15 родами. Разнообразны роды *Fragilaria* (6 форм), *Eunotia* (5), *Pinnularia* (4).

Палеосообщество является бидоминантным. Доминируют планктонный алкалифил, олигогалооб-индифферент, β -мезосапроб *Aulacoseira granulata* var. *granulata* (48.7 %) и обитатель арктических водоемов, эпифит, циркумнейтральный галофоб, олигосапроб *Fragilaria exigua* Grun. (40.3 %). Часто встречаются эпифит, алкалифил, олигогалооб-индифферент, β -мезосапроб *Fragilaria construens* f. *venter* (Ehr.) Hust. (3.6 %), северо-альпийский, планктонный ацидофил, галофоб, олигосапроб *Aulacoseira alpigena*.

Содержание створок диатомей в 1 г осадка — 850 млн, *Aulacoseira granulata* var. *granulata* — 426 млн ств./1 г. Диаметр створок ее колеблется от 8.0 до 20.0 мкм (средний — 12.1 мкм), высота панциря изменяется от 8.0 до 19.0 мкм (средняя — 13.8 мкм). Створки имеют хорошую окремненность. Необходимо отметить отсутствие колоний *A. granulata* var. *granulata* и большое количество обломков этого вида. Вероятно, он переотложился из рядом расположенных диатомовых осадков. Таким образом, в формировании диатомита участвовали не только инситные формы, но и аллохтонный вид, который в данном случае является даже пороодообразующим.

Палеосообщество формировалось в прибрежной зоне на глубине до 1 м слабоэвтрофного и слабоминерализованного озера. Высокое содержание видов, характерных для нейтральных и щелочных вод (98.0 %), свидетельствует о том, что рН не превышал 7. Разнообразие форм обрастаний (46.8 %) указывает на наличие водной растительности, а незначительный процент донных форм — на низкую прозрачность воды. Доминирование холодноводных видов (41.9 %) говорит об относительно низких температурах воды (до + 10 °С).

По экологическим характеристикам видовой состав этого диатомита сходен с таковым Гндевазского месторождения диатомита Армении (Головенкина, 1981), который образовался в литоральной части палеозера в четвертичный период. Доминируют в нем эпифиты родов *Fragilaria* и *Diatoma*.

В современных биотопах аналогичная флора с доминированием *Fragilaria* встречена в пробе придонной взвеси в мелководном безымянном озере на побережье зал. Измены. В нем отмечается доминирование *Fragilaria construens* f. *venter* (81.8 %); часто встречаются *Diatoma tenuis* Ag. (3.2 %), *Achnanthes minutissima* Kuetz. var. *minutissima* (21 %), *Anomoeoneis vitrea* (Grun.) Ross. (1.8 %), *Tabellaria flocculosa* (Roth.) Kuetz. (1.8 %), *T. fenestrata* (1.5 %), *Eunotia flexuosa* (Bréb.) Kuetz. (1.5 %).

Диатомовая флора из линзы диатомита, вскрытого в разрезе 5995 (Головнинский клиф), включает 95 таксонов, относящихся к 19 родам, 7 семействам. Класс *Centrophyceae* представлен одним родом *Aulacoseira* (6 таксонов), а класс *Pennatophyceae* — 18 родами (89). По видовому разнообразию выделяются *Pinnularia* (24), *Eunotia* (14), *Gomphonema* (9), *Navicula* (9), *Cymbella* (6).

Доминантов и субдоминантов нет. Массовыми являются планктонные *Aulacoseira italica* var. *italica* (21.9 %), *A. valida* (7.1 %) и эпифит *Pinnularia borealis* var. *borealis* (7.9 %). Часто встречаются донный космополит, циркумнейтральный галофил, α -мезосапроб *Navicula mutica* var. *mutica* (4.6 %) и олигосапробы: эпифит, алкалофил, олигогалоф-индифферент *Gomphonema angustatum* (Kuetz.) Rabenh. var. *angustatum* (3.3 %), обрастатели, ацидофилы, галофобы *Eunotia praerupta* Ehr. var. *praerupta* (4.1 %), *E. implicata* Nörpel, Lange-B. et Alles (1.5 %). Следует отметить участие в палеосообществе *Navicula natchikae* Boye P. (3.8 %), которая указывается для пресноводных водоемов Дальнего Востока (Диатомовый..., 1950). По диагнозу длина створок данного вида не должна превышать 24 мкм. Найденные нами формы имели размеры до 36 мкм. На о-ве Кунашир он часто (4—5 %) встречается в современных сообществах заболоченных мелководий озер, мелких водотоков, протекающих по заторфованным поверхностям, а также в торфянистых отложениях позднелайстоцен-голоценового возраста.

Створки диатомей имеют хорошую сохранность. Их содержание в осадках — 590 млн ств./1 г. Конкретных пороодообразующих видов нет. Диатомит образован видами с разнообразными по форме и размерам створками.

В палеосообществе планктонные виды составляют 6.3 % от общего числа таксонов, донные — 46.3, эпифиты — 44.2 %. По отношению к активной реакции среды преобладают циркумнейтральные (51.4 %) формы, меньше ацидофилов (22.4 %) и алкалофилов (17.0 %). По отношению к сапробности доминируют β -мезосапробы — 43.5 %, олигосапробов — 27.2, α -мезосапробов — 7.4, а α -мезо/полисапробов — 8.4 %.

Палеосообщество формировалось в слабозвтрофном и слабоминерализованном водоеме с глубинами до 5 м. В озере существовали пелагическая область, где развивались планктонные формы, и литораль с водной растительностью, которая заселялась эпифитами. Водоем был достаточно прозрачным, о чем свидетельствует богатая и разнообразная донная флора. Активная реакция воды была, скорее всего, близка к нормальной, а высокий процент ацидофилов, возможно, свидетельствует об их аллохтонном происхождении.

Экологическая структура палеосообщества и радиоуглеродные датировки позволяют сделать вывод, что климат во время формирования данного палеосообщества был влажным и относительно прохладным, что соответствует альтитермальному периоду голоцена.

В диатомите из разреза 5495 встречено 90 таксонов диатомей, относящихся к 18 родам, 7 семействам. Класс *Centrophyceae* представлен одним родом *Aulacoseira* (1 форма), класс *Pennatophyceae* — 17 родами (88). Наиболее разнообразны роды *Eunotia* (24), *Pinnularia* (15), *Navicula* (9).

Доминантов в палеосообществе нет. Наиболее обилен эпифит, ацидофил, галофоб, β -мезосапроб *Tabellaria flocculosa* (13.8 %). В массе встречены виды обрастаний: ацидофилы, галофобы олигосапробы *Eunotia bilunaris* var. *bilunaris* (9.1 %), *E. implicata* (6.0 %), *E. subarcuatoidea* Alles, Nörpel et Lange-B. (9.9 %), часто — *E. crista-gali* Cl. (3.6 %), *E. minor* (4.2 %), *E. septentrionalis* Østr. (2.9 %), *E. monodon* Ehr. var. *monodon* (2.1 %), донный ацидофил, галофоб, олигосапроб *Pinnularia appendiculata* (Ag.) Cl. (1.3 %).

Содержание диатомей в 1 г осадка достигает 576 млн створок, из них представителей рода *Eunotia* — 300 млн ств./1 г. Они являются пороодообразующими. Длина створок доминирующих видов изменяется от 14 до 240 мкм, ширина — от 2.5 до 8 мкм. В целом сохранность створок хорошая. Необходимо отметить, что в данном диатомите обнаружены створки *Eunotia bilunaris* var. *bilunaris* с одним зауженным концом.

Особенностью экологической структуры флоры является богатство бентических форм, среди которых преобладают виды обрастаний (54 таксона, или 60.0 % от видового состава). Донных встречено 35 таксонов, а планктонных — 2 (2 %). Примечательным для этого палеосообщества является присутствие реофилов: *Meridion circulare* var. *circulare*, *Achnanthes lanceolata* subsp. *lanceolata*, *Diatoma tenuis*, *Fragilaria ulna* var. *ulna*. По отношению к активной реакции среды наиболее обильны ацидофилы (39.8 %). В небольших количествах встречен ацидобионт *Eunotia exigua* (Bréb.) Rabenh. (0.5 %). Участие циркумнейтральных видов составляет 21.9, а алка-лифилов — 11.7 %. Подобная флора диатомей с ацидофильными видами *Eunotia* описана Е. Г. Лупикиной (Фазлулин, Батоян, 1989) в диатомовых илах оз. Горьчее.

Богатство в палеосообществе видов — обитателей кислых, заболоченных вод, и особенно представителей рода *Eunotia*, свидетельствует о том, что данное палеосообщество формировалось в болотных условиях. Сходство данной флоры диатомей с флорой из диатомита, вскрытого разрезом 5995, синхронность их образования, а также относительная близость расположения позволяют предположить, что изученные палеосообщества формировались в различных экотопах одного палеоводоема. Он представлял собой заболоченную поверхность с небольшими по площади мелко-водными водоемами, заполняющими понижения рельефа.

Подобные современные сообщества диатомей с доминированием *Eunotia* встре-чены в оз. Горьчее, р. Лесная, ручье Кислый и др. В оз. Горьчее в пробе перифитона обнаружено монодоминантное сообщество диатомей с *Eunotia exigua* (до 82.7 %). Субдоминантов нет, массовыми являются *Eunotia tenella* (Grun.) Hust. (8.2 %), часто встречаются *E. subarcuatoides* Alles, Nörpel et Lange-B. (2.6 %), *E. septentrionalis* Østr. (1.7 %). В пробе перифитона из р. Лесная также доминирует *Eunotia exigua* (60.4 %), субдоминантом является *E. tenella* (12.3 %), массовым — *Rhoicosphenia abbreviata* (6.1 %), встречающимися часто — *E. minor* (4.0 %), *Achnanthes lanceolata* subsp. *lanceolata* (3.9 %). В ручье Кислый, который впадает в р. Лесная, встречена диатомовая флора с доминированием *Eunotia tenella* (40.2 %), субдоминантом явля-ется *Pinnularia braunii* var. *amphicephala* (A. Mayer) Hust. (28.8 %), массовыми — *Rhoicosphenia abbreviata* (15.8 %), *Fragilaria exigua* (7.8 %), встречающимися часто — *Achnanthes lanceolata* subsp. *lanceolata* (4.1 %). Данное сообщество форми-ровалось в воде при pH менее 3.

Заключение

Анализ видового состава и экологической структуры палеосообществ диатомей из диатомитов о-ва Кунашир показал, что они формировались в различных условиях. Наиболее разнообразная и обильная диатомовая флора пузановского диатомита развивалась в глубоком и большом по площади палеозере. В небольших, мелковод-ных водоемах обитали диатомей из отложений Белозерского и Головинского клифов.

Сравнение изученной флоры с флорами диатомитов из других регионов показало, что флора мыса Пузанова является самой древней из изученных пресноводных флор о-ва Кунашир. Причем ее сходство с плиоценовыми и раннеплейстоценовыми фло-рами Камчатки и Армении дает основание предположить, что возраст ее значительно древнее середины позднего плейстоцена, скорее всего, он среднеплейстоценовый. Идентичность же палеофлор Головинского клифа и современных диатомовых сообществ подтверждает точку зрения о том, что эта флора самая молодая. Вместе с тем сравнительный анализ палео- и современных сообществ дает основание утверждать, что в настоящее время не наблюдается такого активного развития диатомей, в результате которого в плейстоцене и голоцене образовывались диатоми-ты.

Образование диатомитов связано с массовым развитием диатомей и незначи-тельным терригенным сносом в водоем. В вулканических областях это может быть

обусловлено высоким содержанием в воде питательных веществ, поступающих в результате химического выветривания вулканогенных пород, относительно устойчивых к механическому разрушению, а также влиянием гидротермальных вод, обогащенных кремнеземом.

На связь вулканизма и интенсивного развития диатомей указывали многочисленные исследователи (Taliaferro, 1933; Порецкий, 1953; Малеев, 1974; Ikebe, Yokoyama, 1976; Алешинская, Пирумова, 1981; Bradbury, 1988, и др.). Очевидно, именно влияние вулканической деятельности, в результате которой в палеоводоем поступало огромное количество питательных веществ (и в первую очередь фосфора, который так необходим для развития *Stephanodiscus*), сказалось на формировании флоры пузановского диатомита. Важным явилось также наличие большого и глубокого водоема, где происходило накопление мощной толщи диатомовых осадков.

Вместе с тем диатомовые породы распространены в местах, где вулканических извержений во время их формирования не наблюдалось. Господство диатомей в фитопланктоне и, как следствие, формирование диатомовых илов отмечается также и в современных пресных озерах олиготрофного типа в субарктической зоне и горных областях, таких как Байкал, Телецкое, Эльгыгытгын и др. (Образование..., 1954; Вотинцев, 1955). Совершенно очевидно, что причина бурного развития диатомей здесь иная. Скорее всего, это связано с увеличением срока их вегетации. В современных водоемах умеренных широт диатомей максимально продуцируют лишь в весенне-осенний период и зачастую имеют подчиненное положение в составе альгофлоры по сравнению с другими отделами водорослей, поэтому содержание их в осадках незначительно. Во время глобальных похолоданий, сопровождающихся повышением иллювиальности, период вегетации диатомей значительно увеличивается; в результате диатомей становятся лидирующими в альгологическом составе (Корде, 1968). Возможно, именно эта причина была главной для развития диатомовой флоры Белозерского и Головинского клифов. Тем более что радиоуглеродные данные о возрасте вмещающих отложений и доминирование холодноводных видов показывают, что во время формирования этих диатомовых палеосообществ климат был достаточно прохладным.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 97-05-65362 и 96-05-65369).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алешинская З. В., Пирумова Л. Г. Морфологические особенности диатомей озерных плиоценовых отложений Армении // Закономерности исторического развития ископаемых организмов. М., 1981. С. 97—109.
- Барина С. С. Полиморфизм соединительных структур диатомовых водорослей // Эволюционные исследования. Владивосток, 1988. С. 110—122.
- Барина С. С., Медведева Л. А. Атлас водорослей-индикаторов сапробности (русский Дальний Восток). Владивосток, 1996. 364 с.
- Брайцева О. А., Мелекесцев И. В., Евтеева И. С., Лупкина Е. Г. Стратиграфия четвертичных отложений и оледенения Камчатки. М., 1968. 227 с.
- Векшина В. П. Среднемиоценовый комплекс диатомей Курильских островов // Ископаемые диатомовые водоросли СССР. М., 1968. С. 37—41.
- Вотинцев К. К. Пути миграции в озере Байкал // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1955. Т. 6. С. 70—79.
- Головенкина Н. И. Определение качества диатомитов некоторых месторождений Армянской ССР на основе изучения флоры диатомовых водорослей // Диатомовые водоросли. Л., 1981. С. 117—128.
- Давыдова Н. Н. Диатомовые водоросли — индикаторы природных условий водоемов в голоцене. Л., 1985. 243 с.
- Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. Л., 1974. Т. 1. 403 с.; 1988. Т. 2. Вып. 1. 116 с.; 1992. Т. 2. Вып. 2. 125 с.
- Диатомовый анализ. Кн. 3. Л., 1950. 398 с.

- Жузе А. П. Стратиграфические и палеогеографические исследования в северо-западной части Тихого океана. М., 1962. 258 с.
- Козыренко Т. Ф., Шешукова-Порецкая В. С. Материалы к изучению диатомовых водорослей неогена южных Курильских о-вов // Вестн. ЛГУ. 1967. Т. 21. № 4. С. 38—104.
- Корде Н. В. Водоросли в озерных отложениях голоцена // Ископаемые диатомовые водоросли СССР. М., 1968. С. 107—111.
- Короткий А. М., Разжигаева Н. Г., Гребенникова Т. А. и др. Морские террасы и развитие береговой зоны острова Кунашир в плейстоцене. Владивосток, 1994. 66 с. Деп. в ВИНТИ, № 3033—В94.
- Малеев Е. Ф. Влияние вулканизма на развитие диатомовой флоры // Вулканогенно-осадочный литогенез: Краткие тез. 4-го Всесоюз. семинара. Южно-Сахалинск, 1974. С. 52—55.
- Мейер К. И. Введение во флору водорослей озера Байкал // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. 1930. Т. 39. Вып. 3—4. С. 179—399.
- Образование осадков в современных водоемах / Под ред. Н. М. Страхова. М., 1954. 792 с.
- Петрова Н. А. Фитопланктон Ладожского озера // Растительные ресурсы Ладожского озера. Л., 1968. С. 73—130.
- Петрова Н. А. Фитопланктон Онежского озера // Растительный мир Онежского озера. Л., 1971. С. 88—129.
- Полунин Г. В. Об абсолютном возрасте высокой террасы и вулкана Менделеева на о. Кунашир // Бюл. вулканол. станций. 1969. С. 53—55.
- Порецкий В. С. Ископаемые диатомовые водоросли Кисатиби Ахалцхского района Грузинской ССР // Диатомовый сборник. Л., 1953. С. 13—54.
- Пушкар В. С., Разжигаева Н. Г., Короткий А. М. и др. Плиоцен-плейстоценовые отложения и события побережья залива Измены (Южный Кунашир, Курильские острова) // Тихоокеанская геология. 1998. Т. 17. № 5. С. 50—64.
- Разжигаева Н. Г., Короткий А. М., Сулержицкий Л. Д. и др. Голоценовая тефра острова Кунашир // Вулканология и сейсмология. 1998. № 1. С. 41—53.
- Ушко К. А. Лихвинский разрез межледниковых озерных отложений // Ледниковый период на территории европейской части СССР и Сибири. М., 1959. С. 148—226.
- Фазлулин С. М., Батоян В. В. Донные осадки озера вулкана Головинина (их формирование и геохимия) // Вулканология и сейсмология. 1989. № 2. С. 44—56.
- Хурсевич Г. К. История развития диатомовой флоры озер Нарочанского бассейна. Минск, 1976. 152 с.
- Хурсевич Г. К., Логинова Л. П. Возраст и палеогеографические условия формирования древнеозерных отложений Речицкого Приднепровья (по данным изучения диатомей) // Плейстоцен Речицкого Приднепровья Белоруссии. Минск, 1986. С. 76—142.
- Bradbury J. P. Diatom biostratigraphy and the paleolimnology of Clear Lake, Lake County, California // Geol. Soc. Amer. 1988. Special Paper 217. P. 148—226.
- Ikebe N., Yokoyama T. General explanation of the Kobiwako Group; ancient Lake deposits of Lake Biwa // Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene / Ed. by S. Hories. Kyoto, 1976. Vol. 4. P. 31—51.
- Kilham P., Kilham S. S. Natural community bioassays: Predictions of results based on nutrient physiology and competition // Verhandl. Intern. Vereins Limnologie. 1978. Vol. 20. P. 68—74.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 2. Stuttgart, 1986. Т. 1. 876 S.; 1988. Т. 2. 596 S.; 1991a. Т. 3. 576 S.; 1991b. Т. 4. 438 S.
- Mori S. Vertical distribution of the diatoms in core samples from Lake Biwa // Paleolimnology of Lake Biwa, Japanese Pleistocene. Kyoto, 1975. Vol. 3. P. 368—391.
- Taliaferro N. L. The relation of volcanism to diatomaceous and associated siliceous sediments // Univ. Calif. Publ. Bull. Geol. Sci. 1933. Vol. 33. N 1. P. 1—56.
- Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands // Netherlands Journal of Aquatic Ecology. 1994. Vol. 28. N 1. P. 117—133.

SUMMARY

The species diversity and ecological characteristic of the Pleistocene—Holocene diatom paleoassemblages from the Kunashiri's diatomite have been studied. It is noted that diatom flora had been developed under different biotopes diversity. The species which influenced on diatomite origin and paleoassemblages that dominated during these processes were established. The comparison analysis between the ancient Kunashiri diatom flora and ones from another deposits revealed the similarity of Pleistocene diatomite paleoassemblages with diatom flora of the Armenia and Kamtschatka diatomite. The Holocene diatom flora is similar to recent diatom assemblages of the Kunashiri. Both long-time vegetative period caused by palaeoclimatic peculiarity and the nutrient richness due to the volcanic eruptions were the main causes of the diatom flora intensive development.

УДК 582.263 + 576.31

Бот. журн., 2001 г., т. 86, № 2

© И. А. Константинова

УЛЬТРАСТРУКТУРА И СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ *CHLOROCOCCUM PINGUIDEUM* И *C. REFRINGENS* (*CHLOROCOCCALES*, *CHLOROPHYTA*)

I. A. KONSTANTINOVA. THE ULTRASTRUCTURE AND TAXONOMY OF *CHLOROCOCCUM PINGUIDEUM*
AND *C. REFRINGENS* (*CHLOROCOCCALES*, *CHLOROPHYTA*)

C. pinguium и *C. refringens* имеют идентичное тонкое строение. Сходство как светооптических, так и ультраструктурных признаков подтверждает правильность объединения этих двух видов в один.

Ключевые слова: *Chlorococcum*, ультраструктура, пиреноид, оболочка.

Таксономия рода *Chlorococcum* Meneghini 1842 имеет сложную историю (Андреева, 1998). Последнюю серьезную ревизию этого рода провели G. Gärtner и H. Ettl (1988). В частности, на основании сходства по цитоморфологическим и физиолого-биохимическим критериям они объединили *C. pinguium* Arce et Bold 1958 и *C. refringens* Archibald et Bold 1970 в один вид с сохранением первого названия. Изучение тонкого строения в значительной степени расширяет сведения о клеточной организации. Электронно-микроскопические исследования *C. novae-angliae* Archibald et Bold позволили (Константинова, 1998) решить вопрос о его таксономической принадлежности и перенесения в род *Chlamydomonas* на основании выявленных особенностей тонкого строения. Однако данные об ультраструктуре *C. pinguium* и *C. refringens* в литературе отсутствовали.

Цель данной работы — изучение ультраструктурной организации *C. pinguium* и *C. refringens*, пополнение видовых признаков и уточнение их систематического положения.

Материалы и методы

Объектами исследования стали типовые штаммы *Chlorococcum pinguium* Arce et Bold (№ 774) и *C. refringens* Arch. et Bold (№ 1783), полученные из коллекции Техасского университета (США).

Водоросли выращивали на агаризованной среде Болда (3 NBBM) (Archibald, Bold, 1970) в течение 10 сут при освещенности 8000—9000 лк, продолжительности освещения 8 ч в сутки и температуре в световой период + 23°—26 °С. Для исследования апланоспор использовали 4-недельные культуры. Перед фиксацией штрихи заливали теплым агаром и нарезали мелкими кубиками. Образцы фиксировали 4 %-ным раствором глутарового альдегида на жидкой среде Болда (рН 6.6) при температуре + 4 °С, постфиксировали 2 %-ным раствором осмиевой кислоты, обезвоживали в