

ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ АЛЬГОЛОГИИ

algology.ru

**БЮЛЛЕТЕНЬ 2015
СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК**

**Материалы XIV Международной научной конференции
диатомологов «Диатомовые водоросли: успехи, проблемы и
перспективы исследований», посвященной 160-летию со дня
рождения К.С. Мережковского 24 - 29 августа 2015 г.**

РЕДАКЦИЯ

*Главный редактор д.б.н. А.Н. Камнев
Зам. главного редактора
к.фил.н. О.Б. Балашова, к.б.н.
М.А. Гололобова, д.б.н. В.А. Силкин
Ответственные секретари
к.б.н. М.В. Крупина И.В., Стуколова
Технический специалист А.Н. Филатов*

**РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ**

*Анисимова О.В. к.б.н. (Россия, Москва),
Билан М.И. к.х.н. (Россия, Москва),
Вилкова О.Ю. к.б.н. (Россия, Москва),
Гололобова М.А. к.б.н. (Россия, Москва)
Демидчик В.В. д.б.н. (Беларусь, Минск)
Ермаков И.П. д.б.н. (Россия, Москва)
Камнев А.Н. д.б.н. (Россия, Москва)
Космынин В.Н. к.г.н. (США, Таллахасси)
Крупина М.В. к.б.н. (Россия, Москва)
Кураков А.В. д.б.н. (Россия, Москва)
Мильчакова Н.А. к.б.н. (Украина,
Севастополь),
Переладов М.В. к.б.н. (Россия, Москва),
Силкин В.А. д.б.н. (Россия, Геленджик),
Суханова И.Н. к.б.н. (Россия, Москва),
Фролова Г.И. к.б.н. (Россия, Москва)*

Выпуск издается при финансовой поддержке
Российского Фонда Фундаментальных Исследований (№15-04-2060515)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе
по надзору за
соблюдением законодательства в сфере массовых
коммуникаций и
охране культурного наследия РФ.
Свидетельство о регистрации Эл № ФС 77-22222
от 1 ноября 2005 г.

Учредитель д.б.н. Камнев А.Н.
ПОЛНАЯ ВЕРСИЯ ЖУРНАЛА – на сайте
www.algology.ru

Над номером работали:

*Анисимова О.В.
Гололобова М.А.*

СОДЕРЖАНИЕ

Бюллетень 2015

С.А.Андреева, Е.И.Мальцев, Ю.А.Подунай, Е.С.Гусев, М.С.Куликовский МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ВОДОЕМАХ БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЫ: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ .....	..6
О.В.Анисимова, Е.М.Кезля РАЗНООБРЕЗИЕ <i>PINNULARIA</i> В МАЛЫХ ВОДОЕМАХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ .....	..7
Г.А.Анциферова ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ В БИОИНДИКАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ ВОДОЕМОВ НА ПРИМЕРЕ МАСЛОВСКОГО ЗАТОНА ВОРОНЕЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА .....	..8
Н.Б.Балашова, Г.А.Киселев ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ЗАКАЗНИКА "ЛЕБЯЖИЙ" (ЮЖНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ ФИНСКОГО ЗАЛИВА) .....	..12
С.Барнинова РОЛЬ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА НА ВОДНЫЕ СООБЩЕСТВА .....	..15
А.А.Бегун РОЛЬ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ПИТАНИИ ПЛОСКИХ МОРСКИХ ЕЖЕЙ <i>SCAPHESCHINUS MIRABILIS</i> (AGAZZIS, 1863) И <i>ESCHINARACHMUS PARMA</i> (LAMARCK, 1818) В БУХТЕ ТРОИЦЫ ЯПОНСКОГО МОРЯ .....	..18
С.И.Генкал, Т.А.Чекрыжева О МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ <i>CYCLOTELLA ROSSII</i> HÅKANSSON (BACILLARIOPHYTA) .....	..23
С.И.Генкал, М.И.Ярушина МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА <i>NAVICULA</i> (BACILLARIOPHYTA) И ПРОБЛЕМЫ ИХ ИДЕНТИФИКАЦИИ .....	..24
А.Ю.Гладенков ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАТОМЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МОРСКОГО КАЙНОЗОЯ: ДОСТИЖЕНИЯ И ТРУДНОСТИ .....	..25
А.Ю.Гладенков, Д.А.Чудаев 23-ий МЕЖДУНАРОДНЫЙ ДИАТОМОВЫЙ СИМПОЗИУМ (г. НАНКИН, КИТАЙ, СЕНТЯБРЬ 2014 г.) .....	..29
А.М.Глушенко, М.С.Куликовский МОРФОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА ВИДОВ РОДА <i>EUNOTIA</i> EHRENBURG В ВОДОЕМАХ ВЬЕТНАМА .....	..31
Р.М.Гогорев, Е.К.Ланге АХНАНТОИДНЫЕ ПЕННАТНЫЕ ДИАТОМОВЫЕ МЕРОМИКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА МОГИЛЬНОЕ (ОСТРОВ КИЛЬДИН, БАРЕНЦЕВО МОРЕ) .....	..32
Р.М.Гогорев, З.В.Пушина РОД <i>ACTINOCYCLUS</i> (BACILLARIOPHYTA) В ЮЖНОМ ОКЕАНЕ .....	..35
М.А.Гололобова КОНСТАНТИН СЕРГЕЕВИЧ МЕРЕЖКОВСКИЙ И ТЕОРИЯ ЭНДОСИМБИОГЕНЕЗА .....	..38
Н.А.Давидович ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ О РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДИАТОМОВЫХ .....	..41
Д.Б.Денисов ДИАТОМОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КОЛЬСКОГО СЕВЕРА В ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЯХ .....	..44
И.Н.Егорова, Г.И.Кобанова, Е.А.Судакова, В.В.Тахтеев ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ХЛОРИДНО-НАТРИЕВЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ БАССЕЙНА РЕКИ ЛЕНЫ .....	..47
Н.А.Зеленевская ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ПРИУСТЬЕВОГО УЧАСТКА РЕКИ БЕЗЕНЧУК .....	..50

О.Ю.Калинина, Ф.В.Сапожников, Н.И.Чернова, М.А.Никитин ОПЫТ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ШИРОКО ЭВРИГАЛИННЫХ ВИДОВ <i>NITZSCHIA</i>.....	..54
Д.А.Капустин, М.С.Куликовский, Е.С.Гусев ОСОБЕННОСТИ РАЗНООБРАЗИЯ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В НЕКОТОРЫХ ОЗЕРАХ ИНДОНЕЗИИ .....	..57
Г.А.Киселев, Н.Б.Балашова ДИАТОМЕИ ПОЛУОСТРОВА ЯВАЙ (ЯМАЛО- НЕНЕЦКИЙ АВТНОМНЫЙ ОКРУГ) .....	..59
Г.В.Ковалева РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА НОВО- И ДРЕВНЕАЗОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ .....	..62
Л.И.Копырина ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ НЕКОТОРЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ "ВЕРТИКАЛЬНЫЙ" (ВЕРХОВЬЕ РЕКИ ЯНА, ЯКУТИЯ) .....	..66
Л.Г.Корнева РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ <i>SKELETONEMA SUBSALSUM</i> (<i>CLEVE-EULER</i>) ВЕТНГЕ В ВОДОЕМАХ ВОЛЖСКОГО БАСЕЙНА.....	..69
Л.Г.Корнева РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЯ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В МЕЛКОВОДНЫХ СЛАБОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ЛЕСНЫХ ОЗЕРАХ В ГРАДИЕНТЕ PH .....	..73
J.P.Kociolek, S.E.Hamsher, J.G.Stepanek, E.W.Thomas ARE THERE CONSERVATIVE MORPHOLOGICAL CHARACTERS IN THE RAPNID DIATOMS (<i>BACILLARIOPHYCEAE</i>)? EXAMPLES OF HOMOPLASY AND MERESCHKOWSKY'S PYRENOPHOREAE REVISITED.....	..76
В.А.Кудрявцева ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ЛЬДОВ И ПОДЛЕДНОЙ ВОДЫ ПРОЛИВА ВЕЛИКАЯ САЛМА БЕЛОГО МОРЯ .....	..78
М.С.Куликовский СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В СИСТЕМАТИКЕ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ: КАК И ПОЧЕМУ ОПИСЫВАЮТСЯ НОВЫЕ ТАКСОНЫ .....	..81
M.Kulikovsky, A.Glushchenko, J.P.Kociolek THE DIATOM GENUS <i>ORICYMBA</i> IN VIETNAM AND LAOS WITH A CONSIDERATION OF ITS SYSTEMATIC PLACEMENT .....	..82
О.Ю.Лихачева ДИАТОМЕИ РОДА <i>AULACOSEIRA</i> ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ СИНЕУТЕСОВСКОЙ СВИТЫ ПРИМОРЬЯ (НИЖНИЙ МИОЦЕН).....	..83
Э.И.Лосева ДРЕВНИЕ МОРСКИЕ ДИАТОМЕИ В ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОЗЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ БАСЕЙНА РЕКИ МОРЕЮ .....	..86
Э.И.Лосева К 110-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ А.П. ЖУЗЕ.....	..88
А.В.Лудикова ПРИМЕНЕНИЕ ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА ПРИ ИЗУЧЕНИИ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ПРИЛАДОЖЬЯ.....	..90
А.В.Лудикова, Д.А.Субетто ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ БЕЛОГО МОРЯ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ-ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫМ ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА .....	..92
Е.Г.Макеева ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ СЕМЕЙСТВА <i>BACILLARIACEAE</i> <i>ENHRENBURG</i> ОЗЕР ЗАПОВЕДНИКА "ХАКАССКИЙ" .....	..93
Е.И.Мальцев, М.С.Куликовский МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДИАТОМОВОЙ ВОДОРΟΣЛИ <i>HANTZSCHIA AMPHIOXYS</i> (<i>ENHRENBURG</i>) GRUNOW В НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ .....	..96
Е.Ю.Митрофанова, О.С.Сутченкова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ГЛУБОКОМ ОЛИГОТРОФНОМ ВОДОЕМЕ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 4000 ЛЕТ.....	..98
Е.Л.Неврова ТАКСОЦЕН ДИАТОМОВЫХ БЕНТОСА АКВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЗАКАЗНИКА "МЫС ФИОЛЕНТ" (КРЫМ, ЧЕРНОЕ МОРЕ)	101
Е.Н.Никитина К РЕВИЗИИ ГРУППЫ ВИДОВ <i>TRINACRIA</i> И <i>TRICERATIUM</i> (<i>S.L.</i>)	102

Т.В.Никулина, А.П.Куклин ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ Р. ГАЗИМУР – КРУПНЕЙШЕГО ПРИТОКА Р. АРГУНЬ (БАСС. Р. АМУР)	105
Т.П.Ниятбеков ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ (BACILLARIOPHYTA) ПАМИРА	107
С.Б.Нурашов, Э.С.Саметова, С.А.Абиев ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ОЗЕРА БОЛЬШОЕ ЧЕБАЧЬЕ	109
М.С.Обрезкова, С.А.Горбаренко, А.А.Босин ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ (НА ОСНОВЕ ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА)	113
А.П.Ольштынская, А.В.Мельник РАСЧЛЕНЕНИЕ И КОРРЕЛЯЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕГО САРМАТА ЧЕРНОМОРСКОЙ ВПАДИНЫ ПО ДИАТОМОВЫМ ВОДОРΟΣЛЯМ	114
Т.А.Орешкина МОРСКИЕ БЕСШОВНЫЕ ПЕННАТНЫЕ ДИАТОМЕИ РАННЕГО ПАЛЕОГЕНА И ИХ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ	118
А.Г.Охапкин, С.И.Генкал, Е.Л.Воденеева, Е.М.Шарагина, О.О.Бондарев О РАЗВИТИИ <i>THALASSIOSIRA INCERTA</i> МАКАР. В Р. ОКЕ И ЧЕБОКСАРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ	120
А.М.Погосян, П.В.Тозалакян ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В БАССЕЙНЕ ОЗЕРА СЕВАН	125
Ю.А.Подунай, Н.А.Давидович, М.С.Куликовский ПОЛОВОЕ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ И СИСТЕМА СКРЕЩИВАНИЯ <i>ULNARIA ACUS</i> (KÜTZING) M.AVOAL (BACILLARIOPHYTA).....	127
К.В.Полешук, З.В.Пушина, С.Р.Веркулич, М.В.Дорожкина ДИАТОМОВАЯ ФЛОРА В ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ПОЛУОСТРОВА ФАЙЛДС, ОСТРОВ КИНГ ДЖОРДЖ (ЗАПАДНАЯ АНТАРКТИКА).....	129
И.А.Прушковская, И.Б.Цой РЕАКЦИЯ КОМПЛЕКСОВ ДИАТОМЕЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 150 ЛЕТ В АМУРСКОМ ЗАЛИВЕ (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)	131
З.В.Пушина, С.Р.Векулич, М.Меллес ГОЛОЦЕНОВАЯ ДИАТОМОВАЯ ФЛОРА В ДОННЫХ ОСАДКАХ БУХТЫ ИЗВИЛИСТАЯ (ОАЗИС БАНГЕРА, ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА)	134
В.С.Пушкарь, М.В.Черепанова РЕАКЦИЯ ДИАТОМЕЙ НА УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МОРСКИХ ИЗОТОПНЫХ СТАДИЙ 11-9 КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ, СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ПАЦИФИКА	137
В.Л.Разумовский ВЫЯВЛЕНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ МАЛЫХ ГОРНЫХ ОЗЕР МЕТОДАМИ ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА (ЗАПАДНЫЙ И ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАВКАЗ).....	140
Л.В.Разумовский МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ХАРАКТЕР РАЗРАБОТАННОГО МЕТОДА ГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ ПРЕСНОВОДНЫХ СИСТЕМ.....	143
А.Г.Русанов, Е.Аш АНАЛИЗ БЕТА-РАЗНООБРАЗИЯ СООБЩЕСТВ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПЕРИФИТОНА И МАКРОФИТОВ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА	145
Н.И.Русова ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВО ВОД В ОЗЕРЕ РАМЗА ПО СООБЩЕСТВАМ НИЗШИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ.....	148
Ф.В.Сапожников, О.Ю.Калинина, М.А.Никитин МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И РАЗМЕРНЫЕ МОДИФИКАЦИИ ЭВРИГАЛИННОЙ ДИАТОМЕИ <i>HALAMPHORA NORMANII</i> ПРИ РОСТЕ НА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ БЕЗ КРЕМНИЯ	151

О.Н.Скоробогатова СОСТАВ ВОДОРΟΣЛЕЙ NAVICULACEAE В РЕКАХ МАЛАЯ И СЕВЕРНАЯ СОСЬВА (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ).....	154
А.А.Снигирева УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СООБЩЕСТВ ФИТОПСАММОНЫ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА ЧЕРНОГО МОРЯ.....	157
А.С.Стенина ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ВО ВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМАХ ХОДОВАРИХИ (П-ОВ РУССКИЙ ЗАВОРОТ, РОССИЙСКАЯ АРКТИКА).....	160
И.В.Стоник РОД <i>ATTHEYA</i> WEST (BACILLARIOPHYTA) ИЗ ЯПОНСКОГО МОРЯ	163
А.Н.Толстоброва, Д.С.Толстобров, О.П.Корсакова, В.В.Колька ПОСЛЕДНИКОВАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОЗЕРА ОСИНОВОЕ (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ) ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ДИАТОМОВЫХ КОМПЛЕКСОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ.....	167
М.В.Усольцева, Л.А.Титова ИСКОПАЕМЫЕ ПРЕСНОВОДНЫЕ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ТУНКИНСКОЙ ВПАДИНЫ (ПРИБАЙКАЛЬЕ) ПО МАТЕРИАЛАМ БУРЕНИЯ 2013 ГОДА	170
Г.К.Хурсевич, А.А.Свирид, В.С.Ровная ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ СЕМЕЙСТВА CUMBELLACEAE GREVILLE ИЗ СОВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМОВ БЕЛАРУСИ	172
И.Б.Цой, М.В.Усольцева РАННЕМИОЦЕНОВЫЕ ПРЕСНОВОДНЫЕ ДИАТОМЕИ ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ КРИШТОФОВИЧА (ПЛАТО УЛЛЫН) ЯПОНСКОГО МОРЯ	175
М.В.Черепанова, А.С.Авраменко, П.М.Андерсон, А.В.Ложкин, П.С.Минюк, В.С.Пушкарь <i>PLIOCAENICUS COSTATUS</i> (LOG., LUPIK. ET CHURS.) FLOWER, OZORNINA ET KUZMINA ИЗ ПЛЕЙСТОЦЕН-ГОЛОЦЕНОВЫХ ОСАДКОВ ОЗ. ЭЛИКЧАН (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ).....	179
Д.А.Чудаев, М.С.Куликовский, С.Ф.Комулайнен ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ РОДА <i>NAVICULA</i> S. STR. В РЕКАХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	182
К.И.Шоренко, Н.А.Давидович, К.Тойода ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ ДВУХ БЛИЗКИХ ВИДОВ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ <i>NITZSCHIA RECTILONGA</i> И <i>N. LONGISSIMA</i>	184
Е.А.Элбакидзе РИСС-ВЮРМ КАК АНАЛОГ БУДУЩИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ	186

С.А.Андреева¹, Е.И.Мальцев², Ю.А.Подунай³, Е.С.Гусев⁴,
М.С.Куликовский⁴

**МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ
ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ВОДОЕМАХ БАЙКАЛЬСКОЙ
РИФТОВОЙ ЗОНЫ: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

S.A.ANDREEVA, YE.I.MALTSEV, YU.A.PODUNAI, E.S.GUSEV,
M.S.KULIKOVSKIY. MOLECULAR-GENETIC DIVERSITY OF DIATOMS FROM BAIKAL
RIFT ZONE: FIRST RESULTS

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,
Россия, tiara93@mail.ru

²Мелитопольский государственный педагогический университет им. Б.
Хмельницкого, Мелитополь, Украина, mz_5@ukr.net

³Карадагский природный заповедник, Феодосия, Республика Крым, Россия,
grab-ua@yandex.ru

⁴Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок,
Ярославская обл., Россия, algogus@yandex.ru, max-kulikovsky@yandex.ru

В работе рассматривается видовое и родовое разнообразие диатомовых водорослей, на основе морфологических и молекулярно-генетических данных, из водоемов Байкальской рифтовой зоны: озеро Байкал, река Селенга, озеро Фролиха, а также из других небольших рек и озер, откуда собирались пробы в 2011-2014 гг. Собранный материал является базисом для изучения морфологии, систематики и распределения водорослей в Центральной Азии, и станет основой для оценки эндемизма и распространения водорослей в Евразии.

Полученный обширный материал, включающий несколько сот штаммов диатомовых водорослей позволил рассмотреть разнообразие диатомовых водорослей с использованием комплексного подхода. В работе рассматривается филогенетическое положение основных групп диатомовых водорослей: моношовные, навикулоидные и каналшовные диатомовые. Изучение большого числа таксонов позволило изучить филогению родов, таксономическое положение которых оставалось ранее неизвестным, как например рода *Geissleria* Lange-Bertalot et Metzeltin (Kulikovsky et al., 2014) и другие.

Полученные данные будут основой для корректного определения диатомовых водорослей Байкальской рифтовой зоны, для разработки штрих-кодирования протистов и базой для дальнейших молекулярно-генетических исследований.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (14-04-01406-а, 15-29-02739-офи-м) и гранта Президента РФ (МК-1128.2014.4).

*Kulikovskiy M., Gusev E., Andreeva S., Annenkova N. Phylogenetic position of the diatom genus *Geissleria* Lange-Bertalot & Metzeltin and description of two new species from Siberian mountain lakes // Phytotaxa. 2014. Vol. 177(5). P. 249–260.*

О.В.Анисимова¹, Е.М.Кезля²
РАЗНООБРЕЗИЕ *PINNULARIA* В МАЛЫХ ВОДОЕМАХ
КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

O.V.ANISSIMOVA, E.M.KEZLYA. TAXONOMICAL DIVERSITY OF *PINNULARIA*
FROM SMALL PONDS OF THE KURSK REGION

¹Биологический факультет Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия, flora_oa@mail.ru

²ГУП Ивантеевский водоканал, Ивантеевка, Россия, melosira@mail.ru

Центрально-Черноземный биосферный заповедник (ЦЧЗ) по географическому положению и биогеоценотическим комплексам природы – один из важных объектов в общей системе особо охраняемых природных территорий лесостепной зоны. Он расположен в лесостепной зоне Курской области. В результате многолетних исследований проведена инвентаризация флоры сосудистых растений, мохообразных, лишено- и микобиоты. Наименее изученной группой остаются водоросли. Заповедник включает 6 участков, однако водные объекты есть только на трех. Обследовано 48 водоемов 4 типов: озера (исследован видовой состав водорослей 21 озера), болота (13), эфемерные водоемы (9) и водотоки (4). Тип питания всех водоемов снеговой и дождевой.

Проведенные нами исследования показали значительное участие диатомовых водорослей (40.3%) в формировании альгоценозов малых природных водоемов: 172 из 427 видов всех водорослей, известных для водоемов ЦЧЗ (Анисимова, Кезля, 2001; 2013, Танченко, Анисимова, 2006; Anisimova, Kezlya, 2013). *Pinnularia* возглавляет флористический спектр на родовом уровне и представлен 41 таксоном видового и внутривидового ранга. Наибольшего видового разнообразия этот род достигает в стоячих водах (в озерах 39, болотах – 25, эфемерных водоемах – 24), в то время как в водотоках обнаружено только 10 видов.

На участках степных западин "Зоринские болота" встречено 35 видов и разновидностей *Pinnularia*, здесь массового развития

достигали *P. eifelana* (Krammer) Krammer, *P. gibba* Ehrenberg и *P. sinistra* Krammer. В заселенном болотном массиве "Баркаловка" обнаружено 8 видов и доминировал только один вид – *P. nobilis* (Ehrenberg) Ehrenberg. На участке обследованной реки Псел идентифицировано 8 видов *Pinnularia*, однако все они встречались единично.

К настоящему времени еще целый ряд представителей этого рода, найденных в водоемах Курской области, остается не идентифицирован.

Авторы благодарят дирекцию и сотрудников Центрально-Черноземного биосферного заповедника за помощь в организации и проведении полевых работ.

Анисимова О.В., Кезля Е.М. Дополнение к альгофлоре водоемов Зоринского участка Центрально-Черноземного заповедника // Труды Центрально-Черноземного государственного заповедника, Растительный покров ЦЧЗ. 2001. Вып. 18. С. 269–273.

Анисимова О.В., Кезля Е.М. Сезонная динамика доминантных комплексов водорослей в малых водоемах Центрально-Черноземного заповедника (Лесостепная зона) // Вестник Московского ун-та. Сер. 16. Биологическая. 2013. № 2. С. 16–19.

Танченко Е.М., Анисимова О.В. Видовой состав водорослей перифитона и бентоса и его сезонные изменения в малых водоемах Центрально-черноземного заповедника (Курская обл.) // Бюллетень МОИП. Отд. биологический. 2006. Т. 111. Вып. 1. С. 69–77.

Anisimova O.V., Kezlya E.M. Season Dynamics of Algal Dominant Community in Small Lakes of Central Chernozem Nature Reserve (Forest Steppe Zone) // Vestnik Moskovskogo Universiteta. Biologiya. 2013. № 3. P. 16–19.

Г.А.Анциферова
ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ В БИОИНДИКАЦИИ
ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ ВОДОЕМОВ НА
ПРИМЕРЕ МАСЛОВСКОГО ЗАТОНА ВОРОНЕЖСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА

G.A.ANTSIFEROVA. DIATOMS IN BIOINDICATION ECOLOGICALLY
UNFAVORABLE RESERVOIRS ON THE EXAMPLE VORONEZH RESERVOIR
MASLOVSKIY BACKWATERS

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия,
g_antsiferova@mail.ru

Для Воронежского водохранилища характерно распространение зон мелководий. Прибрежные зоны эвтрофного водоема зарастают высшей водной и водно-погруженной

растительностью. На отдельных участках акватории, например в пределах левобережного Масловского затона, находящегося в зоне чрезвычайно высокой техногенной нагрузки, режим трофности ныне перешел в гипертрофный. На основе данных, полученных методами биоиндикации по сообществам фитопланктона и микрофитобентоса, представленных диатомовыми и синезелеными (цианобактерии) водорослями, установлено, что эколого-биологическое состояние водной среды в данной части водохранилища является критическим. В 2013 и 2014 гг. наблюдалось "цветение" вод, обусловленное массовым развитием представителей цианобактерий, которые являются признанными источниками цианотоксинов (Ходорковская и др., 2013). Их колоссальному процветанию способствовал температурный режим хорошо прогреваемого мелководного водоема. Сложилась ситуация, чрезвычайно благоприятная для распространения представителей синезеленых водорослей загрязненных местообитаний. Это *Microcystis aeruginosa* f. *flos-aqua* (Wittr.) Elenk. et f. *pseudofilamentosa* (Grow.) Elenk. Впервые в регионе наблюдаются *Microcystis aeruginosa* f. *sphaerodictyoides* Elenk., *Microcystis aeruginosa* f. *scripta* (Richt.) Elenk. Наряду с этими таксонами широко распространяется вид *Ostillatoria coeruleascens* Gicklh., для которого благоприятно обитание в гниющем иле, особенно в условиях сероводородного загрязнения. Наряду с ними с оценками обилия "часто" – "очень часто" – "в массе" встречаются *Anabaena constricta* (Staf.) Geitl., *A. variabilis* Kütz., *Aphanothece castagne* (Bréb.) Rabenh., *Lyngbya aestuarii* (Mert.) Liebm., *L. truncicola* Ghose, *Merismopedia trolleri* Bachm., *Ostillatoria irrigua* (Kütz.) Gom., *O. planctonica* Wolocz., *O. putrida* Schmidle, *O. princeps* Vauch., *Phormidium foveolarum* (Mont.) Gom. Из диатомовых водорослей "часто" наблюдалась лишь *Melosira varians* Ag.

В конце августа – начале сентября 2013 г. в Масловском затоне названные таксоны синезеленых водорослей представляли мощные (десятки сантиметров толщиной) скопления-дерновины, покрывающие илистый субстрат. Для них характерен невыносимо дурной запах канализационной органики, сероводорода. Сложилась ситуация экологической опасности катастрофического уровня. Водная среда Масловского затона была отнесена к V классу "грязная", и по разряду качества она

является предельно грязной. По степени кризисности подобная экосистема находится в стадии необратимых изменений.

В пробах фитопланктона, отобранных в Масловском затоне в мае и июне 2014 г. "в массе" развиты представители рода *Microcystis* (*Microcystis aeruginosa* и его формы, процветающие осенью 2013 г. и *M. ichthyoblabe* Kütz.). Сообщества диатомовых водорослей насчитывают 72 вида, разновидности и формы, относящиеся к 35 родам. Среди них доминируют *Cyclotella kützingiana* Thw., *C. meneghiniana* Kütz., *Fragilaria capucina* Desm., *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz., *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr. – "в массе", "очень часто", "нередко". Развитие сукцессии диатомовых водорослей было обеспечено весенним притоком вод.

Для данного интервала времени по таксономическому составу водорослей-индикаторов охарактеризовано экологическое состояние водной среды. Класс качества вод, определенный по индексу сапробности Пантле-Букка в модификации Сладечека показал значение 1.68. Это свидетельствует, что водная среда Масловского затона может быть отнесена к классу III – "умеренно загрязненные" воды (в пределах значений 1.51-2.50). Согласно данному показателю, процессы самоочищения экосистемы предположительно находятся в стадии обратимых изменений.

Однако в этом проявляется некий парадокс, когда на фоне относительно экологически благополучного класса качества водной среды, в целом устанавливается, и это описано выше, чрезвычайно высокая загрязненность акватории Масловского затона. С целью объяснения подобного несоответствия был применен метод Т. Ватанабе, используемый для расчета индекса органического загрязнения (но не загрязнения ксенобиотиками) на основе диатомового комплекса (*DAI_{po}* – индекса *D*). При расчетах данного индекса были учтены таксоны, которые имеют высокие оценки обилия от "нередко" до "в массе". По мнению Е.М. Кезля, именно их следует выделять в группу так называемых "основных таксонов", для которых те или иные конкретные условия развития являются наиболее оптимальными (Кезля, 2014). Согласно проведенным расчетам, в общем составе сообществ диатомей преобладают, составляя от 49.9 до 80.6%, виды эврисапробы, или индифференты, которые отличает устойчивость к органическому загрязнению. Сапрофилы, т.е. виды наиболее устойчивые к подобному загрязнению, достигают от 3.2 до 12.3%. Виды сапроксены предпочитают чистые воды. На их долю в

сообществах диатомей Масловского затона приходится от 9.0 до 37.8%. В рассматриваемых условиях высокой антропогенной нагрузки это указывает, что у экосистемы сохранилась способность восстанавливать некоторое количество вод экологически относительно благополучного качества, что происходит за счет активной минерализации загрязненных вод.

Общие показатели значений индекса органического загрязнения D по пунктам опробования относятся к интервалу от 52.0 до 62.75%. Подобное распределение указывает, что развиваются таксоны, которые, по сути, являются толерантными к условиям среды. Очевидно, что в данном случае следует обратить внимание на токсичность вод, происхождение которой связывается с массовым распространением цианобактерий. При этом следует заметить, что имеются работы, где анализируется токсичность вод, связанная с химическими соединениями, что установлено аналитическими методами (Косинова, Крутских, 2001).

Итак, в целом степень загрязнения акватории в рамках экосистемы "водная среда – донные отложения" соответствует уровню "загрязненная", "грязная" и "очень грязная". Воды обладают токсичными свойствами. В настоящее время "цветение" вод прослеживается на значительных площадях на Нижнем участке водохранилища. Пример развития экосистемы Масловского затона – это будущее Воронежского водохранилища в случае не принятия экстренных природоохранных мер для его оздоровления.

Кезля Е.М. Водоросли естественных водоемов Центрально-черноземного заповедника (Курская область, лесостепная зона): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2014. 24 с.

Косинова И.И., Крутских Н.В. Эколого-геологическое районирование территории г. Воронежа // Вестник Воронежского университета. Сер. Геология. 2001. Вып. 12. С. 205–212.

Ходорковская Н.И., Дерябина Л.В., Крайнева С.В., Утопленникова А.Ю. Оценка экологического состояния Шершнёвского водохранилища в современных условиях // Вестник Челябинского университета. 2013. № 7. С. 165–167.

Н.Б.Балашова, Г.А.Киселев
ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ЗАКАЗНИКА "ЛЕБЯЖИЙ"
(ЮЖНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ ФИНСКОГО ЗАЛИВА)

N.B.BALASHOVA, G.A.KISELEV. DIATOMS OF LEBYAZHII WILDLIFE
SANCTUARY (THE SOUTHERN COAST OF THE GULF OF FINLAND)

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,
balanataliya@yandex.ru, greenkiss@mail.ru

В 1979 г. на южном побережье Финского залива был образован государственный природный комплексный заказник "Лебяжий". В 1994 г. "Лебяжий" получил статус водно-болотного угодья международного значения, охраняемого Рамсарской конвенцией. В список водно-болотных угодий международного значения включен под названием "Южное побережье Финского залива". Для заказника известны списки сосудистых растений, птиц, рыб, амфибий, рептилий, млекопитающих. Данные о флоре водорослей, в том числе диатомеях, весьма отрывочны.

Альгоценозы естественных местообитаний, особенно формирующиеся в заповедных условиях, являются эталонными, поэтому изучение видового состава очень важно для исследования их преобразования, как под воздействием естественных факторов среды, так и в результате хозяйственной деятельности.

Акватория заказника представляет собой мелководную зону, которая тянется вдоль южного побережья восточной части Финского залива и входит в эстуарий реки Невы. В нее впадают две реки Черные, река Лебяжья и сток из озера Голодовайского. Благодаря мелководности вода хорошо прогревается и аэрируется, что благотворно для развития живых организмов.

Пробы водорослей отбирались в 2013–2014 гг. (сентябрь–октябрь) в устье реки Черной у поселка Большая Ижора. Собраны скопления нитчаток *Cladophora* sp., *Spirogyra* sp., *Zygnema* sp., *Vaucheria* sp. с поверхности воды, налеты и пленки с песчаного грунта, а также выжимки из нитчаток и высших водных растений.

Состав диатомовых водорослей характеризуется высоким разнообразием. В пробах обнаружены представители 50 родов, 95 видов и внутривидовых таксонов, относящихся к таким группам как центрические, пеннатные бесшовные и пеннатные шовные.

Очень невелико представительство центрических диатомей. Выявлено всего 4 вида родов *Aulacoseira* Thwaites, *Cyclotella*

Kützing ex Brébisson, *Melosira* C.Agardh, *Thalassiosira* Cleve – все типично планктонные формы. Такое незначительное количество центрических диатомей вероятно объясняется мелководностью района исследования. Они заносятся в прибрежную зону и задерживаются развивающимися там макрофитами, высшими растениями. Обычно планктонные формы обнаруживаются в пробах, представляющих собой выжимки крупных слоевищ водорослей. Чаще других видов отмечается *Cyclotella meneghiniana* Kützing.

В пробах встречаются разнообразные пеннатные бесшовные диатомеи. Доминируют среди них *Ctenophora pulchella* Grunow ex Williams et Round и *Tabularia fasciculata* (C.Agardh) Williams et Round. В целом в альгофлоре были обнаружены виды 10 родов: *Ctenophora* Grunow ex Williams et Round, *Diatoma* Bory, *Fragilariforma* Williams et Round, *Fragilariopsis* Hustedt, *Martyana* Round, *Meridion* C.Agardh, *Staurosira* Ehrenberg, *Tabellaria* (Ehrenberg) Kützing, *Tabularia* Kützing ex Williams et Round, *Ulnaria* Compère.

Основу флоры диатомей составляют пеннатные двушовные симметричные диатомеи родов *Anomoeoneis* Pfitzer, *Aneumastus* Mann et Stickle, *Caloneis* Cleve, *Cavinula* Mann et Stickle, *Craticula* Grunow, *Cosmioneis* Mann et Stickle, *Diploneis* Ehrenberg ex Cleve, *Frustulia* Rabenhorst, *Gyrosigma* Hassal, *Hippodonta* Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski, *Mastogloia* (Thwaites) W.Smith, *Navicula* Bory, *Neidium* Pfitzer, *Pinnularia* Ehrenberg, *Placoneis* Mereschkowsky, *Plagiotropis* Pfitzer, *Prestauroneis* (W.Smith) K.Bruder, *Stauroneis* Ehrenberg.

Одношовные диатомеи представлены видами родов: *Achnanthes* Bory, *Achnanthidium* Kützing, *Cocconeis* Ehrenberg, *Planothidium* Round et Bukhtiyarova, *Rhoicosphenia* Grunow; особенно заметна в пробах-выжимках слоевищ макрофитов *Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agardh) Lange-Bertalot.

Пеннатные двушовные асимметричные формы, встреченные в исследованном материале, являются видами родов *Amphora* Ehrenberg ex Kützing, *Cymbella* C.Agardh, *Cymbopleura* (Krammer) Krammer, *Encyonema* Kützing, *Gomphonema* Ehrenberg, а каналшовные – родов *Bacillaria* Gmelin, *Epithemia* Brébisson ex Kützing, *Hantzschia*, *Nitzschia* Hassal, *Rhopalodia* O.Müller, *Surirella* Turpin, среди них чаще отмечались *Surirella angustata* Kützing и

Surirella brebissonii Krammer et Lange-Bertalot var. *kuetzingii* Krammer et Lange-Bertalot.

Сообщество диатомовых водорослей, развивающееся на мелководье прибрежной зоны, представляет собой смесь различных по экологическим характеристикам видов: типично планктонные формы – *Aulacoseira islandica* (O.Müller) Simonsen, *Cyclotella meneghiniana* Kützing и др., крупные створки донных диатомей *Caloneis amphisbaena* (Bory) Cleve var. *subsalina* (Donkin) Cleve, *Cosmioneis pusilla* (W.Smith) Mann et Stickle, *Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst, *Mastogloia elliptica* (C.Agardh) Cleve, *Plagiotropis lepidoptera* (Gregory) Kuntze и др., многочисленные эпифиты *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agardh) Lange-Bertalot и др.

Интересно распределение диатомей, по отношению к солености. Соленость в различных частях Финского залива неодинакова. Сток Невы, многочисленных рек и речек южного побережья Финского залива обуславливает сильное опреснение в его восточной части. Такое изменение солености приводит к тому, что среди диатомовых водорослей обследованной территории сочетаются как типично пресноводные формы *Aulacoseira islandica* (O.Müller), *Tabellaria fenestrata* (Lyngbye) Kützing – явно приносимые сюда водами Невы из Ладожского озера, так и виды, способные вегетировать в слегка солоноватых водах – *Caloneis bacillum* (Grunow) Cleve, многие виды обычно обитают в водах с более высокой соленостью – *Anomoeneis sphaerophora* Pfitzer, *Caloneis amphisbaena* (Bory) Cleve, *Surirella Brébisson* и др. Особенно разнообразны среди диатомей солоноватоводные виды – мезогалобы – *Caloneis amphisbaena* (Bory) Cleve var. *subsalina* (Donkin) Cleve, *Cocconeis scutellum* Ehrenberg, *Ctenophora pulchella* (Ralfs ex Kützing) Williams et Round, *Diploneis smithii* (Brébisson) Cleve, *Mastogloia elliptica* (C.Agardh) Cleve, *Navicula gregaria* Donkin, *Tabularia fasciculata* (C.Agardh) Williams et Round и другие, попадающие сюда с нагонными водами из западной части Финского залива. Особый колорит альгоценозу придают водоросли-ацидофилы *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Scharschmidt, *Eunotia praerupta* Ehrenberg и другие диатомеи. Появление ацидофилов связано с заболоченностью территории в районе Большой Ижоры, где протекает р. Черная.

Вся береговая зона заказника заселена, вдоль берега проходит шоссе, что не может не сказаться на составе

альгофлоры и на ее изменениях. Водоросли обычно наименее изученная часть биоты заповедных зон. Очевидна необходимость проведение работ по выявлению состава и структуры сообществ водорослей с целью выяснения их природной и антропогенной динамики, использования их индикационных возможностей. Это даст возможность реально оценить экологическую ситуацию заповедной территории.

С.С. Баринова

**РОЛЬ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ
КЛИМАТА НА ВОДНЫЕ СООБЩЕСТВА**

S.S. BARINOVA. THE ROLE OF DIATOM ALGAE IN THE CLIMATIC INFLUENCE
ASSESSMENT ON THE AQUATIC COMMUNITIES

Institute of Evolution, University of Haifa, Haifa, Israel,
barinova@research.haifa.ac.il

Первичные продуценты в сообществах пресных вод составлены в значительной мере диатомовыми водорослями и, соответственно, оценки по диатомовым могут отражать всю сумму влияния изменений среды на водные сообщества. Разработка и активное применение систем биоиндикации подтверждает, что сообщества водорослей отвечают на изменения окружающей среды, что выражается в смене видового состава. Известно, что климатические условия среды являются базовыми и закономерно меняются при изменении широты или высоты местообитания. Исследование связи состава сообществ водорослей с климатическим градиентом пока находится в начальной стадии, однако уже сейчас видно, что ответ сообществ имеет определенный характер (Barinova, Nevo, 2012). Для анализа ответа сообщества на климатический градиент должен быть выбран масштаб региона в соответствии с поставленной задачей. Так, для выявления сезонности это может быть водный объект или его часть. Для высотного градиента это должен быть регион, включающий последовательное увеличение высот, то есть горы. Для широтного градиента это должна быть часть континента, сравнимая с климатическим градиентом. То есть, анализируется ответ на уровне альфа- или гамма-разнообразия.

Наиболее широко изучаемое – это ответ на сезонность климата. Мы выявили, что сообщества водных объектов реагируют на изменение температуры воды и иногда это видно

только с помощью биоиндикационного анализа (Klochenko et al., 2014). Причем, если в бореальной области их развитие имеет три пика за открытый ото льда период, то в более южных областях их один (Barinova et al., 2012; Bilous et al., 2013) или южнее два (Barinova, 2011), однако диатомовые в любом случае имеют большинство хотя бы в одном из пиков.

Широтное изменение климата от бореальной области до Арктики отражается на составе сообществ фитопланктона рек, а также на разных возможностях выживания (продуцирования биомассы) в условиях стресса света и температуры высоких широт (Barinova et al., 2014). Видно, что существенно климат влияет на распределение диатомовых, зеленых и золотистых водорослей. В то время, как золотистые, предпочитающие холодные олиготрофные воды, более активны в Арктике и это понятно, климатическое влияние на диатомовые и зеленые не так однозначно. С увеличением стресса доля биомассы диатомовых сначала возрастает, но с переходом в высокоширотную Арктику существенно падает.

В более южных районах, например в Средиземноморье или Индии, диатомовые также ведут себя наиболее динамично. Так, в средних широтах Израиля заметна доля зеленых и синезеленых. Но это, скорее всего, отражение гидрологии, регион центрального Израиля находится в приморской области, насыщенной объектами хозяйствования. Доля диатомовых выше в северной и южной части, это возвышенные плато и горы от 200 до 2000 м (Barinova, Krassilov, 2012).

Таким образом, выявляется значение высотности местообитания и связанных с этим климатических градиентов. На примере водорослей бассейна реки Вахш видно, что снова диатомовые имеют наибольшее значение в индикации климата – их доля убывает с высотой при небольшой изменчивости остальных отделов (Barinova et al., 2015). Похожее распределение видно на примере водных объектах заповедников Грузии, где до высоты 2500 м диатомовые убывают (Barinova et al., 2011).

Статистические методы еще более проясняют взаимосвязь климатических изменений и разнообразия водорослей. Так, распределение числа видов фитопланктона в реках Якутии и Чукотки по градиенту индекса DHI и периода свободного ото льда показывает значение солнечного света, что понятно, но также и угнетение развития водорослей в жестких условиях Крайнего

Севера (Barinova et al., 2014). Прослеживается более существенная роль диатомовых в сообществах более низких широт. Несмотря на то, что диатомовые показывают ответ на климатическое влияние, индикация возможна также и по соотношению отдельных таксонов. Распределение основных отделов в сообществах по увеличению высотности их местообитания показывает, что с возрастанием и количества осадков в высокогорных районах, роль диатомовых возрастает, а вместе с тем понижается количество видов синезеленых, но зеленые, напротив, становятся разнообразнее (Barinova et al., 2014).

Биоиндикация по водорослям остается актуальным методом оценки не только качества воды и состояния водной экосистемы в целом, но и, как оказалось, влияния основных климатических параметров, поскольку охватывает широкий спектр показателей и имеет в своей основе экологические предпочтения видов. Исследования показывают важность развития новых подходов и привлечения данных о разнообразии и составе сообществ водорослей континентальных вод. Направление, весьма перспективное для понимания региональных и глобальных изменений, это биоиндикация климатического воздействия на водные экосистемы на различных уровнях от альфа- до гамма-разнообразия. Последние исследования показывают, что при подборе данных о разнообразии и экологии водорослей адекватном поставленному вопросу, можно выявить климатические градиенты, а также группы водных организмов, наиболее ярко их отражающие.

Barinova S. Algal diversity dynamics, ecological assessment, and monitoring in the river ecosystems of the eastern Mediterranean. Nova Science Publishers, New York, USA, 2011. 363 p.

Barinova S., Boboev M., Hisoriev H. Climate impact on freshwater algal diversity of the South-Tajik Depression in a high mountainous extreme environment // Turkish Journal of Botany. 2015. Vol. 39(1). P. 535–546 + Suppl. 1–22.

Barinova S., Gabyshev V. Gabysheva O. Climate impact of freshwater biodiversity: general patterns in extreme environments of North-Eastern Siberia (Russia) // British Journal of Environment and Climate Change. 2014. Vol. 4(4). P. 423–443.

Barinova S., Keshri J.P., Ghosh S., Sikdar J. The influence of the monsoon climate on phytoplankton in the Shibpukur pool of Shiva temple in Burdwan, West Bengal, India // Limnological Review. 2012. Vol. 2(2). P. 47–63.

Barinova S., Krassilov V.A. Algal diversity and bio-indication of water resources in Israel // International Journal of Environment and Resource. 2012. Vol. 1(2). P. 62–72.

Barinova S., Nevo E. Climatic and pollution impact on algal diversity of the freshwater ecosystems in Eurasia / In: Climate Change and Impacts. Academy Publish. org, WY, USA, 2012. P. 16–50.

Barinova S.S., Kukhaleishvili L., Nevo E., Janelidze Z. Diversity and ecology of algae in the Algeti National Park as a part of the Georgian system of protected areas // Turkish Journal of Botany. 2011. Vol. 35(6). P. 729–774.

Bilous O., Barinova S., Klochenko P. Phytoplankton of the upper reaches of the Southern Bug River as indicator of its ecological status // Hydrobiological Journal. 2012. Vol. 48(5). P. 39–51.

Klochenko P., Shevchenko T., Barinova S., Tarashchuk O. Assessment of the ecological state of the Kiev Reservoir by the bioindication method // Oceanological and Hydrobiological Studies. 2014. Vol. 43(3). P. 228–236.

А.А.Бегун
РОЛЬ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ПИТАНИИ
ПЛОСКИХ МОРСКИХ ЕЖЕЙ *SCAPHECHINUS MIRABILIS*
(AGAZZIS, 1863) И *ECHINARACHMUS PARMA* (LAMARCK,
1818) В БУХТЕ ТРОИЦЫ ЯПОНСКОГО МОРЯ

A.A.BEGUN. SIGNIFICANCE OF DIATOMS IN FEEDING OF FLAT SEA
URCHINS *SCAPHECHINUS MIRABILIS* (AGAZZIS, 1863) AND *ECHINARACHMUS*
PARMA (LAMARCK, 1818) IN TROITSA BAY, JAPAN SEA

ФГБУН Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского Дальневосточного
отделения РАН, Владивосток, Россия, andrejbegun@yandex.ru

Изучение трофических взаимоотношений морских беспозвоночных с объектами их питания – одна из важнейших задач современной гидробиологии. На сегодняшний день нет единого представления о стратегии питания гидробионтов диатомовыми водорослями, поскольку одни авторы рассматривают селективность в их питании, другие – нет. В то же время в литературе показан значительный вклад в спектр питания животных бентосными диатомовыми водорослями, наряду с детритом, бактериями, жгутиковыми водорослями и различными группами беспозвоночных и способность в различное время года занимать от 25 до 100% от общей биомассы пищи (Цихон-Луканина, 1982; Черпунов, 1987). В зал. Петра Великого Японского моря из многочисленных известных видов плоских морских ежей обитают три – *Scaphechinus mirabilis* (Agazzis, 1863), *S. griseus* (Mortensen, 1927) и *Echinarachmus parma* (Lamarck, 1818), совместно проживающих на одном участке морского дна и занимающих одну экологическую нишу. Сведений о питании *S. mirabilis* в научной литературе не найдено, однако известно, что

этот вид обитает на ограниченных участках Японского моря и формирует устойчивые поля с плотной популяцией в течение десятилетий (Takeda, 2008). Также этот вид способен перемещаться по поверхности морского дна и в толще плотного и вязкого песка с помощью микроскопических игл (Ehrlich et al., 2010). Принимая во внимание унифицированный механизм поиска, захвата и доставки пищевых частиц ("podia picking particles") (Mooi, 1986), и его обитание в одной экологической нише с *E. parma*, следовало ожидать, что диатомовые водоросли будут основной составляющей пищевого спектра *S. mirabilis*.

Цель исследования заключалась в сравнительном изучении видового состава диатомовой альгофлоры фекалий *S. mirabilis* и *E. parma*, а также крупнозернистого донного морского песка, на котором обитали эти животные.

Опыты со сбором фекалий проводили с морскими ежами *S. mirabilis* и *E. parma*, которые были отобраны в бух. Троица Японского моря юго-восточнее м. Андреева (42.3811 N, 131.0773 E). В этом же месте взята проба донного песчаного субстрата для анализа диатомовых водорослей, как предполагаемого питания этих животных. Для сбора фекалии применен подход (Елькин и др., 2013), позволяющий интегрировать остатки диеты значительного числа особей за весь период переваривания. Для идентификации микроводорослей полученные фекалии, собранные от 25 особей каждого вида, фиксировали в этиловом спирте, затем, для отделения фракции микроводорослей от детритных консорциев, затрудняющих идентификацию, полученные суспензии пропускали через капроновые фильтры "Nitex" ("Sefar", Швейцария) с диаметром пор 80 мкм. Материал изучали с помощью светового микроскопа "Olympus BX41" (Япония), в том числе, с применением масляной иммерсии. Относительное количественное обилие водорослей оценивали по шкале Вислоуха (Диатомовые ..., 1974). Оценку сходства качественного состава диатомовых водорослей устанавливали с помощью коэффициента Серенсена-Чекановского: $K_S = 2N_{(A+B)} / (N_A + N_B)$, где N_{A+B} – общее число видов в описаниях A и B; N_A и N_B – число видов соответственно в описаниях A и B.

Альгофлора крупнозернистого донного песка насчитывала 44 таксона отдела Bacillariophyta. Все виды были представлены одиночно живущими формами (64% общего числа видов) и колониальными (36%). По отношению к местообитанию на

песчаном субстрате и в фекалиях почти в равной степени были представлены планктонные и бентосные формы диатомовых водорослей (42% и 40%, соответственно). К бентосным формам относятся, преимущественно, широко распространенные эврибионтные представители родов *Arahnoidiscus*, *Fragilaria*, *Tabularia*, *Rhabdonema*, *Grammatophora*, *Cocconeis*, *Navicula* и др., от крупных одиночных клеток до колоний различного типа.

Альгофлора фекалий морских ежей была представлена значительно беднее – 29 видов диатомовых водорослей (19 для *E. parma* и 18 – для *S. mirabilis*), по сравнению с песчаным субстратом, на котором обитали эти морские ежи. Сходство видового состава альгофлор фекалий и донного песка было относительно невысоким (коэффициент сходства 0.26 для *E. parma* и 0.25 для *S. mirabilis*). Это во многом свидетельствует о селективном отборе ежами определенных видов диатомовых водорослей из общей массы находящихся в поверхностном слое донного песка микроводорослей. Такая закономерность была установлена для питания сердцевидного морского ежа *Echinocardium cordatum* (Pennant, 1777) из зал. Восток Японского моря (Рябушко, 1986).

В фекалиях *E. parma* и *S. mirabilis* чаще встречались диатомовые водоросли, которые в данное время преобладали в песчаном субстрате. Самыми многочисленными из них были *Rhizosolenia setigera* Brightw., *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve, *Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschk. и *Tabularia fasciculata* (C.Agardh) D.M.Williams et Round, которые были представлены клетками с хлоропластами на 70-88%, что во многом свидетельствует о пищевом предпочтении морскими ежами живых клеток пустым панцирям. В то же время было отмечено высокое сходство (97%) видового состава альгофлоры фекалий *E. parma* и *S. mirabilis* и наличие четырех общих массовых видов, что свидетельствует о значительном сходстве пищевой специализации этих видов морских ежей, занимающих одну экологическую нишу. Также в фекалиях обоих видов ежей в небольших количествах присутствовала потенциально токсичная диатомовая водоросль *Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow ex Cleve) G.R.Hasle. Сравнение полученных результатов с литературными данными по альгофлоре фекалий *E. cordatum* из зал. Восток Японского моря (Рябушко, 1986) показало наличие 14 общих видов диатомовых водорослей. Среди них виды родов

Plagiogramma, *Navicula*, *Lyrella*, *Amphora*, *Diploneis* являются преимущественно бентосными, способными свободно передвигаться в поверхностном слое песчано-илистых фаций сублиторали. Помимо живых клеток диатомовых водорослей, в фекалиях *E. parva* и *S. mirabilis* прослеживалось достаточно большое количество клеточных обломков фрустул, которые образуются в результате измельчения челюстным аппаратом и при прохождении их через кишечник (Timko, 1976).

Среди немногочисленных диатомовых водорослей, в числе которых были *Amphora marina* W.Smith, *A. spectabilis* Greg., *Attheya arenicola* N.L.Gardner et R.M.Crawford, *Carinasigma rectum* (Donk.) G.Reid и *Grammatophora marina* (Lyngb.) Kütz., в фекалиях преобладали клетки с хлоропластами (68-78%), тогда как в песчаном субстрате отмечено больше пустых фрустул (60-86%). Это также подтверждает способность плоских морских ежей отличать живые клетки диатомей, что было ранее отмечено для вида *E. cordatum* из зал. Восток (Рябушко, 1986), когда в желудках находили мертвые клетки водорослей значительно реже, чем в грунте.

Уникальную особенность распознавания и выбора потребляемых минеральных зерен ранее была показана для особой молодых морских ежей *S. mirabilis*, обитающих в бух. Холерная Японского моря (Елькин и др., 2012). Также было показано, что диатомовые водоросли занимают важную часть в углеводном питании плоских морских ежей, наряду с мейобентосом, детритом из макроводорослей и морских трав (Telford et al., 1985). Следовательно, при соблюдении стехиометрии углеводного и минерального питания предполагалась существенная доля диатомовых водорослей в пищевом спектре не исследованного ранее вида *S. mirabilis* (Martin, Quigg, 2012). Результаты проведенного исследования в бух. Троицы Японского моря в значительной степени подтвердили это предположение, что было выражено в нахождении массовых количеств диатомей различных жизненных форм и их панцирей в фекалиях *S. mirabilis*.

Таким образом, диатомовая альгофлора фекалий плоских морских ежей *E. parva* и *S. mirabilis*, а также крупнозернистого донного морского песка в бух. Троица Японского моря, в котором обитали животные, насчитывала 44 таксона отдела Bacillariophyta. По видовому разнообразию альгофлора фекалий оказалась

беднее (29 видов) песчаного субстрата (52), что свидетельствует об избирательном характере питания морских ежей. Установлен высокий уровень сходства альгофлоры фекалий *E. parva* и *S. mirabilis* (0.97), представленной в большей степени клетками с хлоропластами, чем пустыми фрустулами, что указывает на способность животных распознавать характер пищевых частиц.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 15-04-05643 и ДВО № 15-И-6-002.

Диатомовые водоросли СССР (Ископаемые и современные). Т. 1. Л., 1974. 403 с.

*Елькин Ю.Н., Максимов С.О., Сафронов П.П., Зверева В.П., Артюков А.А. Селективное накопление цирконов и ильменитов в девертикулах морского ежа *Scaphechinus mirabilis* (Agassiz, 1863) // Доклады Академии наук. 2012. Т. 446. № 4. С. 297–299.*

*Елькин Ю.Н., Сафронов П.П., Артюков А.А., Карабцов А.А. Деструкция минералов морского дна в кишечнике плоского морского ежа *Scaphechinus mirabilis* A. Agassiz, 1863 (Echinodea: Scutellidae) // Доклады Академии наук. 2013. Т. 453. № 4. С. 461–465.*

Рябушко Л.И. Диатомовые водоросли верхней сублиторали северо-западной части Японского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Севастополь, 1986. 24 с.

Цихон-Луканина Е.А. Пищевые спектры донных моллюсков // Океанология. 1982. Т. 22. № 6. С. 1016–1020.

Чепурнов В.А. О роли бентосных диатомовых водорослей в питании Harpacticoida (Copepoda) // Зоологический журнал. 1987. Т. 66. Вып. 7. С. 1005–1012.

*Ehrlich H., Elkin Y.N., Artyukov A. A., Kozlovskaya E.P., Stonik V.A. et al. The spines of sand dollar *Scaphechinus mirabilis* (Agassiz 1863): Analytical and structural study // Journal of Advanced Microscopy Research. 2010. Vol. 5. P. 100–109.*

Martin R., Quigg A. Evolving phytoplankton stoichiometry fueled diversification of the marine biosphere // Geosciences. 2012. Vol. 2. P. 130–146.

Mooi R. Structure and function of clypeasteroid miliary spines (Echinodermata, Echinoides) // Zoomorphology. 1986. Vol. 106. № 4. P. 212–223.

*Takeda S. Mechanism maintaining dense beds of the sand dollar *Scaphechinus mirabilis* in northern Japan // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 2008. Vol. 363. P. 21–27.*

*Telford M., Mooi R., Eilers O. A new model of podial deposit feeding in the sand dollar, *Mellita quinquesperforata* (Leske): the sieve hypothesis challenged // Biological Bulletin. 1985. Vol. 169. P. 431–448.*

*Timko P.L. Sand dollars as suspension feeders: a new description of feeding in *Dendraster excentricus* // Biological Bulletin. 1976. Vol. 151. № 1. P. 247–253.*

С.И.Генкал¹, Т.А.Чекрыжева²
О МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ *CYCLOTELLA*
***ROSSII* HÅKANSSON (BACILLARIOPHYTA)**

S.I.GENKAL, T.A.CHEKRYZHEVA. ON THE MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF
CYCLOTELLA ROSSII HÅKANSSON (BACILLARIOPHYTA)

¹Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок,
Ярославская обл., Россия, genkal@ibiw.yaroslavl.ru

²Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН,
Петрозаводск, Россия, tchekryzheva@mail.ru

Вид *Cyclotella rossii* описан по материалам из шведского озера Лаха с иллюстрациями в виде световых и электронных (СЭМ) микрофотографий, относится к мелкоразмерным формам (диаметр створки 5-18 мкм), характеризуется 2-5 (редко больше) радиальными рядами точек и вегетирует в олиготрофных озерах (Håkansson, 1990). *C. rossii* встречается вместе с другими сходными видами – *C. ocellata* Pantocsek, *C. krammeri* Håkansson, *C. kuetzingiana* var. *radiosa* Fricke или *C. kuetzingiana* var. *planetophora* Fricke и эти 4 таксона чрезвычайно трудны для точной идентификации вследствие их изменчивости, которая еще полностью не изучена и необходимы дальнейшие детальные исследования их морфологии в ЭМ (Håkansson, 1990). Подробное описание вида с многочисленными световыми и электронными микрофотографиями приведены в монографии V. Houk et al. (2010).

В России форма *C. cf. rossii* была отмечена в мезотрофном озере Кончезеро и олиготрофном Пертозеро (Карелия).

Материалом для исследований послужили пробы фитопланктона из 20 озер, водохранилищ и рек Карелии бассейнов Балтийского и Белого морей.

В исследованных популяциях *C. rossii* количественные морфологические признаки (диаметр створки, число штрихов в 10 мкм, число центральных выростов с опорами, число опор у центральных выростов, частота расположения краевых выростов, число двугубых выростов) показали значительно бóльшую изменчивость, чем известно в литературе, что дает основания для расширения диагноза вида и сведения ряда сходных таксонов в синонимику.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ (№ 14-14-00555) в Институте биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН.

Håkansson H. A comparison of *Cyclotella krammeri* sp. nov. and *C. schumannii* Håkansson with similar species // Diatom Research. 1990. Vol. 5(2). P. 261–271.

Houk V., Klee R., Tanaka H. 2010. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part 3. Stephanodiscaceae. A. *Cyclotella*, *Tertiarius*, *Discostella* // Fottea. 2010. Suppl. 10. P. 1–498.

С.И.Генкал¹, М.И.Ярушина²
МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ
ВИДОВ РОДА *NAVICULA* (BACILLARIOPHYTA) И ПРОБЛЕМЫ
ИХ ИДЕНТИФИКАЦИИ

S.I.GENKAL, T.A.CHEKRYZHEVA. ON THE MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF
SOME SPECIES OF THE GENUS *NAVICULA* (BACILLARIOPHYTA) AND THE
PROBLEMS OF THEIR IDENTIFICATION

¹Институт биологии внутренних вод им. И.Д.Папанина РАН, пос. Борок,
Ярославская обл., Россия, genkal@ibiv.yaroslavl.ru

²Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия,
nvl@ecology.uran.ru

Знания диапазонов морфологической изменчивости количественных и качественных признаков у диатомовых водорослей, в частности, у представителей рода *Navicula* имеют большое значение в таксономии этой группы и для практических целей в альгологии и гидробиологии. В монографии по роду *Navicula* (Lange-Bertalot, 2001) на основе изучения преимущественно обширных европейских материалов показана широкая изменчивость многих его представителей. Изучение новых материалов из водоемов и водотоков разных по экологии и географическому положению показывает, что эта изменчивость может быть более широкой, как в плане количественных, так и качественных признаков (Генкал, 2014).

Изучение некоторых широко известных и недавно описанных видов рода *Navicula* в фитопланктоне водоемов бассейна реки Яраяха (Ямал) показало, что *N. hanseatica*, *N. salinarim*, *N. frigidicola*, *N. slesvicensis*, *N. iserentantii*, *N. viridulacalsis* и *N. vaneei* проявляют более широкую изменчивость количественных (длина и ширина створки, число штрихов и линеол в 10 мкм) и качественных (форма створки и среднего поля) морфологических

признаков по сравнению с литературными данными и совпадение диапазонов их изменчивости у сходных видов. Это может приводить к ошибкам при определении этих видов, что необходимо учитывать при их идентификации в систематических, таксономических, флористических и гидробиологических исследованиях.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-04-00254).

Генкал С.И. К вопросу о морфологической изменчивости некоторых широко распространенных и редких видов рода *Navicula* (Bacillariophyta) // Новости систематики низших растений. 2014. Т. 48. С. 38–49.

Lange-Bertalot H. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia* // Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. 2001. Vol. 2. P. 1–526.

А.Ю.Гладенков

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАТОМЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МОРСКОГО
КАЙНОЗОЯ: ДОСТИЖЕНИЯ И ТРУДНОСТИ**

A.Yu.GLADENKOV. APPLICATION OF DIATOMS IN THE STUDY OF MARINE
GENOZOIC: PROGRESS AND DIFFICULTIES

Геологический институт РАН, Москва, Россия, e-mail: agladenkov@ilran.ru

В последние десятилетия при изучении морского кайнозоя достигнуты значительные успехи. Прогресс во многом связан с внедрением в геологическую практику и широким использованием зон, которые представляют собой более дробные стратиграфические подразделения по сравнению с подотделами и ярусами. Обычно зоны выделяются на биостратиграфической основе с учетом этапности эволюции ископаемых организмов. Под такой зоной понимаются отложения, сформировавшиеся за время существования определенного палеонтологического комплекса, отражающего этап эволюционного развития группы фауны или флоры и отличающегося от комплексов смежных слоев. При работе с морскими отложениями наибольшую ценность представляют зоны, выделенные по планктонным организмам, обеспечивающим высокую разрешающую способность. Кроме того, так как ассоциации планктона имеют широкое географическое распространение, их изучение позволяет осуществлять обоснованные региональные и межрегиональные

корреляции древних толщ. В этом отношении особое место занимают микропалеонтологические данные. Если говорить о морском кайнозое, то большинство зон в нем выделяются по микропланктонным организмам. Прежде всего, это связано с результатами, обработки материалов глубоководного бурения в Мировом океане, которое проводится в рамках международных проектов со второй половины 1960-х годов.

При изучении глубоководных скважин было выявлено, что микрофоссилии, которые в большом количестве представлены в разрезах донных отложений, с успехом могут использоваться в качестве эффективных "инструментов" для проведения детального расчленения и корреляций вмещающих толщ. Прослеживание в относительно полных разрезах пелагических фаций смены разновозрастных комплексов различных групп карбонатных и кремнистых планктонных микроорганизмов дало возможность разработать океанические шкалы, представляющие собой последовательность смыкающихся зональных подразделений. В этом отношении ведущую роль среди кремнистого микропланктона играют диатомовые водоросли. Особенно большое значение диатомеи имеют при исследованиях осадочных толщ в высоких и средних широтах.

Следует подчеркнуть, что океанические шкалы используются не только при исследовании отложений, сформировавшихся в пределах открытого океана. Как показала практика, они также могут успешно применяться при датировании и корреляции толщ окраинноморских и наземных разрезов. Необходимо также отметить важность использования и интерпретации данных по диатомеям в другом, историко-геологическом, направлении. Развитие диатомовых ассоциаций происходило на фоне геологических событий разного характера и масштаба. Поэтому результаты детальных биостратиграфических и палеонтологических исследований представляют также ценность при расшифровке истории геологического развития того или иного региона. Составление и анализ "календарей" геологических событий дают основу для выявления происходивших в древних экосистемах изменений, а также оценки степени их синхронности и возможной связи с процессами различной природы.

При безусловной практической ценности зонального расчленения следует иметь в виду определенные затруднения его использования. К основным проблемам, с которыми приходится

сталкиваться при работе с зонами по диатомеям можно отнести следующие.

1) *Использование зональных подразделений различного типа.* При выделении зон и проведении их границ используются датированные уровни – прежде всего, уровни появления или исчезновения отдельных маркирующих видов. Критерии проведения границ могут быть неодинаковыми, поэтому в зависимости от этого, выделяются различные типы зон. Использование датированных уровней представляет собой удобный практический инструмент, который в первую очередь направлен именно на выделение дробных биостратиграфических подразделений. Однако такие зоны часто не отражают значительные этапы развития флоры, а зональные виды не всегда обнаруживают филетическую преемственность в разрезе.

2) *Проблема глобальности и провинциальности диатомовых зон.* В строгом смысле глобальных зон по диатомеям не существует. Диатомовые комплексы, по крайней мере, с олигоцена, характеризуются определенной степенью провинциализма и приурочены к трем основным климатическим поясам: средне-высокоширотному южному, низкоширотному и средне-высокоширотному северному. Так, при расчленении неогена в пределах низких широт, Южном океане и Северной Пацифике используются в той или иной степени различные шкалы с неодинаковым количеством зон. Зональные комплексы в них имеют отличия в таксономическом составе (особенно отчетливые, начиная с позднего миоцена), а в качестве датированных уровней во многих случаях выбраны различные формы.

3) *Сопоставление диатомовых ассоциаций в разнофациальных толщах.* Определенные трудности использования зон имеются также в пределах одной климатической области. В частности, при переходе от океанических фаций к более мелководным отложениям число типично океанических видов в составе комплексов уменьшается, и, наоборот, доминирующими становятся формы, характерные для прибрежных вод. Поэтому часто достаточно сложно сопоставлять комплексы, формировавшиеся в разных частях окраинных бассейнов и открытого океана.

4) *Диахронность границ биостратиграфических зон.* Так как зональные подразделения по диатомеям представляют собой биостратиграфические зоны, они могут иметь диахронные

границы. В ряде случаев под влиянием "гипноза" изучения зон в одном разрезе исследователи "подравнивают" зональные границы в других разрезах, не задумываясь над вопросом об объеме допуска такого подравнивания. В этом отношении не всегда принимается во внимание возможное "скольжение" границ биостратиграфических зон. Так как при проведении границ зон по диатомеям следует учитывать полный интервал стратиграфического распространения маркирующих видов, при оценке возраста появления таксонов необходимо использовать уровень с наиболее древней из имеющихся датировок (и напротив, возраста исчезновения – с наиболее молодой). При этом, "разброс" возрастных датировок "уровней", выбранных в качестве характеристик зональных границ, не должен превышать пределов необходимой точности. В конкретных ситуациях нужно руководствоваться здравым смыслом, с учетом того, чтобы имеющийся допуск составлял небольшую часть зонального интервала. Поэтому при проведении границ большое значение имеет как изучение ископаемых комплексов в широкой серии разрезов, так и использование для контроля других групп ископаемых, а также анализ различных маркирующих реперов (палеомагнитных, литологических и др.).

Несмотря на все трудности, зональные подразделения по диатомеям служат действенным инструментом при решении стратиграфических и геологических задач. Зональные шкалы находят широкое применение в практике, и уже трудно представить современные геологические исследования морского кайнозоя без привлечения данных по изучению ископаемых диатомей.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ № 13-05-00115.

А.Ю.Гладенков¹, Д.А.Чудаев²
23-ий МЕЖДУНАРОДНЫЙ ДИАТОМОВЫЙ СИМПОЗИУМ (г. НАНКИН, КИТАЙ, СЕНТЯБРЬ 2014 г.)

A.Yu.GLADENKOV, D.A.CHUDAEV. 23rd INTERNATIONAL DIATOM SYMPOSIUM (NANJING, CHINA, SEPTEMBER 2014)

¹Геологический институт РАН, Москва, Россия, agladenkov@ilran.ru

²Биологический факультет Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия, chudaev@list.ru

Международные диатомовые симпозиумы (International Diatom Symposium = IDS) проводятся один раз в два года под эгидой Международного Общества по изучению диатомей (International Society for Diatom Research = ISDR) и собирают ученых из десятков стран. На этих форумах специалисты мирового сообщества представляют результаты и данные по самому широкому спектру исследований современных и ископаемых диатомей. Изучение опыта и тенденций развития мировой науки, знакомство с новейшими достижениями, полученными на основе применения разнообразных методик, демонстрация и обсуждение своих материалов, обмен мнениями в широкой международной аудитории – все это имеет большое значение для дальнейшего развития диатомологии и приносит несомненную пользу участникам, как в методическом, так и практическом отношении.

7–12 сентября 2014 г. в Китае (г. Нанкин) состоялся очередной, 23-ий, Международный диатомовый симпозиум. Председателем оргкомитета являлся профессор Шиангдонг Ян (Xiangdong Yang). Симпозиум, проводившийся при поддержке Нанкинского института географии и лимнологии Китайской Академии наук (NIGLAS), собрал около 150 человек из 18 стран. Больше всего участников было заявлено страной-организатором. От России присутствовали пять специалистов из различных организаций Москвы, Иркутска и Борка. Примерно такие же по количеству участников имели делегации из США, Великобритании, Польши и Японии.

На симпозиуме было сделано около 60 устных (включая 5 заказных) и 45 стендовых докладов. Сообщения представлялись в рамках шести сессий, на которых также проходили обсуждения и дискуссии. К основным направлениям и темам этих сессий относились следующие:

- 1) морфология и таксономия;

- 2) молекулярные исследования;
- 3) морские диатомеи и палеоокеанография;
- 4) метаболизм и физиология;
- 5) диатомеи в пространстве и времени;
- 6) диатомеи и окружающая среда.

Пленарные заказные доклады, представленные Марком Эдлундом (Mark Edlund, США), Донгйан Лиу (Dongyan Liu, Китай), Эвелин Гэйсер (Evelyn Gaiser, США), Джоном Андерсоном (John Anderson, Великобритания) и Марианной Элlegaард (Marianne Ellegaard, Дания), были посвящены, главным образом, вопросам экологии и палеоэкологии пресноводных и морских диатомовых.

Опубликованные к началу симпозиума материалы – том, включающий программу и тезисы всех докладов (The 23rd International ..., 2014), розданы участникам IDS. Необходимо отметить, что накануне симпозиума вышел из печати специальный выпуск приложения к журналу *Nova Hedwigia*, посвященный 80-летию со дня рождения Н.И. Стрельниковой (Diatom research ..., 2014). Это издание включает 27 статей, в написании которых приняли участие более 50 ученых из 14 стран. Без сомнения, статьи в данном выпуске, которые освещают результаты исследований современных и ископаемых диатомей, представляют интерес для широкого круга биологов, геологов, географов и экологов. Отметим, что это – первый подобный сборник, посвященный российскому специалисту-диатомологу.

Во время симпозиума состоялось собрание членов ISDR, на котором обсуждался ряд проблем и вопросов, прежде всего, организационного характера. Новыми президентом и вице-президентом ISDR на двухлетний срок избраны соответственно Марина Потапова (Marina Potarova) и Марк Эдлунд из США.

В конкурсе работ, представленных на симпозиуме молодыми учеными, приз за лучший устный доклад получила Менгджи Ю (Mengjie Yu, США) за исследование пластидных геномов *Thalassiosirales*, а лучшим стендовым докладом был признан постер Нины Десианти (Nina Desianti, США), посвященный изучению типовых материалов диатомовых, описанных Мэтью Хоном (Matthew Hohn) и Джоан Хеллерман (Joan Hellerman) с атлантического побережья США.

Следующий, 24-ый, IDS запланировано провести в 2016 г. в г. Квебеке, Канада.

Diatom research over time and space. Morphology, taxonomy, ecology and distribution of diatoms - from fossil to recent, marine to freshwater, established species and genera to new ones. Celebrating the work and impact of Nina Strelnikova on the occasion of her 80th birthday / J.P. Kociolek, M.S. Kulikovskiy, J. Witkowski, D.M. Harwood (Eds.) // *Nova Hedwigia*. 2014. Beih. 143. 518 p.

The 23rd International Diatom Symposium, 7-13 September, 2014, Nanjing, China. Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS (NIGLAS), 2014. 153 p.

А.М.Глущенко^{1,2}, М.С.Куликовский¹
МОРФОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА ВИДОВ РОДА *EUNOTIA*
EHRENBERG В ВОДОЁМАХ ВЬЕТНАМА

A.M.GLUSHCHENKO, M.S.KULIKOVSKIY. MORPHOLOGY AND TAXONOMY OF
DIATOM SPECIES *EUNOTIA* EHRENBERG FROM WATERBODIES OF VIETNAM

¹Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок,
Ярославская обл., Россия, max-kulikovsky@yandex.ru

²Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга,
Россия, chelovek91_91@mail.ru

Флора диатомовых водорослей Вьетнама, как и сопредельных стран, мало изучена. На настоящий момент опубликовано лишь несколько работ по данному региону (см. Куликовский и др., 2014). Изучение морфологии этого рода представляет большое значение, так как это один из наиболее богатых видами род в Европе, что важно для целей экологического мониторинга, стратиграфии и т.п. Систематика этого рода не остается постоянной, и состоявшиеся ревизии позволили описать как много новых видов, так и несколько новых родов (Metzeltin, Lange-Bertalot, 1998, 2007; Wetzell et al., 2011; Burliga, Kociolek, 2012 и др.). При этом было отмечено, что наибольшее разнообразие этот род достигает в тропических областях, наименее изученных к настоящему времени (Metzeltin, Lange-Bertalot, 1998, 2007; Moser et al., 1998).

Материалом для исследования послужили собранные в июле 2012 г. пробы планктонных и бентосных водорослей из разнотипных водоемов Южного Вьетнама, включающие как кислотные водоемы полуострова Камрань, так и озера и эфемерные водоемы водопадов. Пробы были подготовлены к световой и сканирующей микроскопии по стандартной методике.

Род *Eunotia* наиболее разнообразен в кислотных экосистемах. Представители рода были обнаружены во всех обработанных пробах. Интересно, что в пробах, собранных из водоемов, где виды рода *Eunotia* во время массового развития достигали

большой численности, в препаратах наблюдалось увеличение числа створок с той или иной степенью уродства.

В работе рассмотрены особенности морфологии видов из этого рода, сходство или отличие с морфологией таксонов из тропиков и умеренной области. Будут освещены особенности распространения отдельных таксонов и перспективы изучения диатомовых в разнотипных экосистемах Вьетнама.

Работа поддержана грантом Российского научного фонда (14-14-00555).

Р.М.Гогорев¹, Е.К.Ланге²

**АХНАНТОИДНЫЕ ПЕННАТНЫЕ ДИАТОМОВЫЕ
МЕРОМИКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА МОГИЛЬНОЕ (ОСТРОВ
КИЛЬДИН, БАРЕНЦЕВО МОРЕ)**

R.M.GOGOREV, E.K.LANGE. ACHNANTHOID DIATOMS OF MEROMICTIC LAKE
MOGILNOYE (KILDIN ISLAND, BARENTS SEA)

¹Ботанический институт им. В.Л.Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия,
RGogorev@binran.ru

²Атлантическое отделение института океанологии им. П.П.Ширшова РАН,
Калининград, Россия, evlange@gmail.com

Субполярное морского происхождения реликтовое меромиктическое озеро Могильное, имеющее статус "Государственного памятника природы республиканского значения", расположено на юго-востоке о-ва Кильдин в Баренцевом море. Озеро небольших размеров: максимальная длина и ширина 0.56 и 0.28 км; глубина – в среднем 7.4 м (максимум 16.3 м), объем – 794 тыс. м³. Озеро отделено от моря естественной перемычкой – валунной косой (Корсун, Митяев, 2010). Сочетание распресненных поверхностных (до 4‰) и глубинных вод с соленостью около 30‰ приводит к круглогодичной стратификации озера. Хемоклин расположен в пределах 4-9 м, ниже которого следует 1.5 метровый слой "розовой воды", где происходит окисление серобактериями поступающего из нижних слоев сероводорода до молекулярной серы. Благодаря особенностям гидрологического режима в озере сосуществуют пресноводный, солоноватоводный и морской комплексы гидробионтов (Реликтовое ..., 1975; 2002). На

современном этапе оз. Могильное относят к мезотрофному водоему с чертами эвтрофирования (Лунина, 2008).

Исследования альгофлоры оз. Могильного проводились в начале и середине прошлого века (Дерюгин, 1925; Реликтовое ..., 1975). Согласно опубликованным данным, всего в планктоне и осадках обнаружено 100 видов диатомовых, из которых 9 таксонов относятся к одношовным пеннатным. В результате изучения и анализа материалов, полученных в ходе совместной комплексной экспедиции АО ИО РАН и ММБИ КНЦ РАН в 2008 г. (проект РФФИ № 06-05-64242), расширен список диатомовых, обитающих в планктоне озера.

В нашей работе представлены данные морфолого-флористического изучения 10 таксонов (8 видов, 1 разновидность и 1 форма) пеннатных диатомовых из трех родов порядка *Achnanthes*, обнаруженных в планктоне в северной прибрежной зоне оз. Могильного на станциях G18 и G26 в начале августа 2008 г. (глубина 0.5-1 м, температура $10.4 \pm 0.2^\circ\text{C}$, соленость $3.49 \pm 0.01\text{‰}$). Исследования и микрофотографирование проведены на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390LA. Описания таксонов основаны на характеристике морфологических признаков и их изменчивости. Дана эколого-географическая характеристика обнаруженных видов и отмечены их находки в оз. Могильном по данным литературы.

В августе 2008 г. в оз. Могильном среди одношовных пеннатных обнаружены ранее отмечавшиеся морской вид *Cocconeis scutellum* Ehrenberg и пресноводный вид *Planothidium delicatulum* f. *delicatula* (Kützing) Round et Bukhtiyarova, а также *Planothidium/Achnantheidium* sp.

Также были встречены четыре новых для флоры озера вида рассматриваемого порядка диатомовых. Среди них морская разновидность *Cocconeis* cf. *neothumensis* var. *marina* M.De Stefano, D.Marino et L.Mazzella, которая, возможно, была приведена для осадков оз. Могильное под названием *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehr.) Cleve (Реликтовое ..., 1975); пресноводные виды *Planothidium lanceolatum* (Kütz.) Lange-Bert., *P. minutissimum* (Krasske) Morales (мог быть найден в осадках озера и указан в списках под названием *Achnanthes pinnata* Hustedt (Реликтовое ..., 1975)) и *Psammothidium bioretii* (Germain) Bukhtiyarova et Round.

Предложены описания трех новых таксонов: пресноводный бореальный вид *Planothidium alekseevae* sp. nov., солоноватоводный вид *Planothidium asymmetricum* и форма *Planothidium delicatulum* f. *minor* f. *nova*. Проведена лектотипификация *Planothidium delicatulum*.

Благодарности. За собранный материал авторы выражают глубокую признательность организаторам и участникам экспедиции на оз. Могильное сотрудникам АО ИО РАН д.г.-м.н. Е.М. Емельянову, к.б.н. Е.Е. Ежовой, к.х.н. В.А. Кравцову, к.б.н. Ю.Ю. Полуниной, к.г.-м.н. Д.Н. Ерошенко, к.г.-м.н. Д.Т. Фидаеву и А. Кондрашову, а также сотрудникам ММБИ д.г.-м.н. Г.А. Тарасову, к.б.н. О.А. Любиной и О.М. Кокину.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН по теме 52.8. "Региональные таксономические и флористические исследования водорослей морских и континентальных водоемов".

Дерюгин К.М. Реликтовое озеро Могильное (остров Кильдин в Баренцевом море) // Труды Петергофского естест.-науч. института. Л., 1925. 111 с.

Корсун С.А., Митяев М.В. История формирования котловины реликтового озера Могильное (о. Кильдин, Баренцево море) // Тез. докл. Междунар. науч. конф. "Природа морской Арктики: современные вызовы и роль науки". Апатиты, 2010. С. 116–118.

Лунина О.Н. Биоразнообразие аноксигенных фототрофных бактерий и их роль в продукции органического вещества в меромектических водоемах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2008. 26 с.

Реликтовое озеро Могильное. Л., 1975. 298 с.

Реликтовое озеро Могильное (исследования 1997–2000 гг.) / Коллектив авторов. Мурманск, 2002. 164 с.

Р.М.Гогорев¹, З.В.Пушина²
РОД *ACTINOCYCLUS* (*BACILLARIOPHYTA*) В ЮЖНОМ
ОКЕАНЕ

R.M.GOGOREV, Z.V.PUSHINA. THE GENUS *ACTINOCYCLUS*
(*BACILLARIOPHYTA*) IN THE ANTARCTIC OCEAN

¹Ботанический институт им. В.Л.Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия;
RGogorev@binran.ru

²ФГУП Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и
минеральных ресурсов Мирового океана им. И.С. Грамберга, Санкт-
Петербург, Россия; musatova@mail.ru

Род *Actinocyclus* описан С. Ehrenberg (1837), его виды характеризуются панцирем косцинодискоидного типа, локулярными ареолами с наружным кривым, ареолами в радиальных рядах различной длины, краевым кольцом двугубых выростов, расположенным на концах длинных рядов, наличием ложного узелка. Виды пресноводные, солоноватоводные или морские, эпифиты, встречаются в неритическом планктоне и льду, известны с позднего эоцена.

Род насчитывает 397 названий таксонов, из которых 69 признаны "таксономически принятыми" (Guiry, Guiry, 2015). Число валидных таксонов не превышает 170, из них более 50 найдены только в ископаемом состоянии.

Для Южного океана, включая субантарктическую зону, приводилось 24 вида, из них 4 ископаемых. Большинство из них эндемики региона и указывались однократно по данным литературы. Таким образом, систематика и номенклатурная история видов *Actinocyclus* не только в Антарктике, но и в целом не разработаны, необходима таксономическая ревизия рода.

Actinocyclus actinochilus (Ehrenberg) Simonsen

Actinocyclus adeliae Manguin 1957

Actinocyclus challengerii O'Meara 1876

Actinocyclus clevei Castracane 1886

Actinocyclus corona Karsten

Actinocyclus denticulatus Castracane 1886

Actinocyclus dimorphus (Castracane) Harwood et Maruyama 1992

Actinocyclus dubiosus Karsten 1906

Actinocyclus exiguus Fryxell et Semina 1981

Actinocyclus fasciculatus Castracane 1886

Actinocyclus fryxelliae Barron in Baldauf, Barron, 1991

Actinocyclus ingens Rattray emend. Whiting et Schrader 1985

Actinocyclus intermittens Karsten 1905
Actinocyclus janus (Castracane) Peragallo
Actinocyclus japonicus Castracane 1886
Actinocyclus karstenii Van Heurck 1909
Actinocyclus maccollumii Harwood et Maruyama 1992
Actinocyclus octonarius Ehrenberg 1837
Actinocyclus pellucidus Castracane 1886
Actinocyclus polygonus (Castracane) Van Heurck 1909
Actinocyclus pruinus Castracane 1886
Actinocyclus pumilus Castracane 1886
Actinocyclus punctulatus Castracane 1886
Actinocyclus spiritus Watkins 1986
Actinocyclus tortuosus A.Mann 1937

Собственные данные получены при изучении диатомовых, собранных в водах Антарктики и в материковых отложениях в ходе 52-й (2006–2007 гг.), 53-й (2007–2008 гг.) и 58-й Российской антарктической экспедиций (2011 г.). Найдено 2 современных вида *Actinocyclus* (*A. actinochilus* и *Actinocyclus* sp.). Для *A. actinochilus* отмечено, что клетки, найденные во льду, часто имеют более разреженные, чем у планктонных особей, ряды ареол, однако расположение ареол в них более плотное, 14-16 ареол в 10 мкм (Гогорев, 2013). Вид *Actinocyclus ingens* представлен в миоценовых отложениях массива Фишер (Gogorev, Pushina, 2014) и неоднократно отмечен другими исследователями в кернах глубоководного бурения и материковых отложениях морского генезиса в Антарктиде (Harwood, Maruyama, 1992; и др.). Он является одним из видов-индексов миоцена и квартера в зональных стратиграфических шкалах, построенных по материалам глубоководного бурения. Кроме *A. ingens*, в позднекайнозойских отложениях (оазисы Бангера и Ларсеманн, остров Кинг-Джордж) были обнаружены многочисленные створки и обломки панцирей неидентифицированных видов рода (неопubl. данные).

Для России отмечено 28 видов *Actinocyclus*, включая 3 сомнительных (Диатомовые ..., 2008). Названия трех видов из этого списка, *A. divisus* (Grunow) Hustedt, *A. paradoxus* Makarova и *A. variabilis* (Makarova) Makarova, требуют уточнения, поскольку являются поздними омонимами. Для *A. divisus* было предложено заменяющее название *A. cholnoky* VanLandingham

(VanLandingham, 1967). Для *A. paradoxus* и *A. variabilis* предлагаем здесь новые названия.

***Actinocyclus iraidae* Gogorev, nom. nov.**

Actinocyclus variabilis (Makarova) Makarova, nom. illeg. (Макарова, 1985, Новости сист. низш. раст., Т. 22: 98, табл. 2, 1–10) non *Actinocyclus variabilis* Corda, 1840, Almanach de Carlsbad (Prague), 10: 198; pl. 2, fig. 11–14.

***Actinocyclus neoparadoxus* Gogorev, nom. nov.**

Actinocyclus paradoxus Makarova, nom. illeg. (Макарова, 1959, Бот. матер. Отд. спор. раст., Т. 12: 83, рис. 1–7) non *Actinocyclus paradoxus* Ehrenberg, 1854, Mikrogeologie: 7; pl. 20/1, fig. 41.

***Actinocyclus cholnoky* VanLandingham, 1967: 83**

Actinocyclus divisus (Grunow) Hustedt, nom. illeg. (Hustedt, 1958, Diatomeen, Deutsche Antark. Exped. 1938/1939. Hamburg, II: 129, fig. 81) non *Actinocyclus divisus* Kisselev (Киселев, 1931, Исслед. морей СССР, вып. 14: 95, 113; табл. 1, рис. 1).

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН по теме 52.8. "Региональные таксономические и флористические исследования водорослей морских и континентальных водоемов".

Гогорев Р.М. Центрические диатомовые (Bacillariophyta) из Южного океана // Новости систематики низших растений. 2013. Т. 47. С. 37–53.

Диатомовые водоросли России и сопредельных стран. Ископаемые и современные. Том II, Вып. 5. / под. ред. Н.И. Стрельниковой, И.Б. Цой. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2008. 171 с.

Ehrenberg C.G. Nachricht des Hrn Agassiz in Neuchatel über den ebenfalls aus mikroskopischen Kiesel-Organismen gebildeten Polirschiefer von Oran in Afrika. 1837. P. 59–61.

Gogorev R.M., Pushina Z.V. A new araphid diatom genus and species (Bacillariophyta) from Miocene marine deposits of the Fisher Massif (Prince Charles Mountains, East Antarctica) // Nova Hedwigia. 2014. Beih. 143. P. 421–448.

Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway, 2015 //http://www.algaebase.org; searched on 21 May 2015.

Harwood D.M., Maruyama T. Middle Eocene to Pleistocene diatom biostratigraphy of Southern Ocean sediments from the Kerguelen Plateau, Leg 120 // Wise S.W., Schlich R. et al. (eds.). Proceedings ODP, Scientific Results. 1992. Vol. 120. P. 683–733.

VanLandingham S.L. Catalogue of the fossil and recent Genera and Species of Diatoms and their Synonyms. Part I. *Acanthoceras* through *Bacillaria*. Vol. 1. Lehre, 1967. 493 p.

М.А.Гололобова
КОНСТАНТИН СЕРГЕЕВИЧ МЕРЕЖКОВСКИЙ И ТЕОРИЯ
ЭНДОСИМБИОГЕНЕЗА

M.A.GOLOLOBOVA. KONSTANTIN SERGEEVICH MEREZHKOVSKII AND HIS
CONTRIBUTION TO THE THEORY OF ENDOSYMBIOSIS

Биологический факультет Московского государственного университета имени
М.В.Ломоносова, Москва, Россия, gololobovama@mail.ru

Константин Сергеевич Мережковский (1855–1921) родился в Варшаве, в дворянской семье и был самым старшим из 8 детей. В 1874 г. он закончил Императорское училище правоведения, а в 1875 г. поступил в Санкт-Петербургский университет на естественное отделение физико-математического факультета, где под руководством профессора Н.П. Вагнера начал вести научную работу (Sapp et al., 2002; Золотоносов, 2003; Захаров, 2009;).

В начале своей научной карьеры, еще во время учебы в университете, К.С. Мережковский занимался изучением морских беспозвоночных животных (кишечнополостных, губок, инфузорий). После окончания университета и получения диплома Константин Сергеевич уезжает в Европу, где посещает Францию и Германию, при этом занимаясь научной работой также и в области антропологии. После возвращения из поездки, Мережковский был принят в университет на должность приват-доцента, однако, в 1885 г. он по неясным причинам покинул Санкт-Петербург и вскоре переехал в Крым, где стал заниматься еще и ампелографией. В 1898 г. Мережковский покинул Крым и в течение нескольких месяцев работал во Франции на биологической станции недалеко от Ниццы, а затем в США, где он оставался до 1902 г., работая сначала на биологической станции Сан-Педро (Лос-Анджелес), а затем в университете Беркли (Калифорния). В этот период его исследования были сосредоточены на изучении диатомовых водорослей. В 1902 г. Константин Сергеевич возвращается в Россию и работает в Казанском университете. Здесь он в 1903 г. защищает магистерскую диссертацию "К морфологии диатомовых водорослей" (Мережковский, 1903) и становится приват-доцентом по кафедре ботаники, а через 3 года Мережковский защищает диссертацию "Законы эндохрома" (Мережковский, 1906), получает степень доктора ботаники и должность экстраординарного профессора. Весной 1914 г. К.С. Мережковский был вынужден

навсегда уехать из России. За границей он продолжал работать, в том числе, в области биологии, сначала во Франции, затем – в Швейцарии. К сожалению, жизненные обстоятельства сложились так, что в январе 1921 г. в Женеве К.С. Мережковский покончил с собой (Sapp et al., 2002; Золотонос, 2003; Захаров, 2009;).

Таким образом, научная деятельность К.С. Мережковского была связана с разными направлениями биологии. В частности, он внес существенный вклад в изучение диатомовых водорослей, по которым им опубликовано более 30 работ (Стрельникова, 2005). Однако мировое признание ученый получил как один из основоположников теории симбиогенеза. "Одной из самых интересных и увлекательных задач, которую могут себе поставить биологические науки, это вопрос о происхождении организмов на земле. [...] Такую попытку я и решился сделать, и настоящая моя работа [...] составит предварительное изложение новой теории происхождения организмов, которую, в виду того, что выдающуюся роль в ней играет явление симбиоза, я предлагаю назвать теорией симбиогенеза" (Мережковский, 1909: 7-8). Впервые свои взгляды на происхождение хлоропластов К.С. Мережковский высказал еще в 1905 г. (Mereschkowsky, 1905, цит. по: Martin, Kowallik, 1999). Исследуя морфологию, структуру, функции и деление хлоропластов, а также строение клеток цианобактерий, он сформулировал общие признаки между Суанорфусеае и хлоропластами и выдвинул гипотезу, что хлоропласты "инородные тела или симбионты" (Mereschkowsky, 1905, цит. по: Martin, Kowallik, 1999). Более полно свои идеи по поводу эволюции органического мира и происхождения клеточных органелл Константин Сергеевич изложил в работе "Теория двух плазм, как основа симбиогенеза, нового учения о происхождении организмов", в которой был им предложен термин "симбиогенезис" (Мережковский, 1909).

Надо сказать, что на долгие годы теория симбиогенеза была забыта и рассматривалась как псевдонаучная; и только в 60-70-х г.г. 20 века теория вновь была возрождена благодаря американской исследовательнице Л. Маргулис (Sagan, 1967). В настоящее время теория симбиотического происхождения клеточных органелл, в том числе хлоропластов, является общепризнанной (Margulis, Chapman, 2009; Archibald, 2014), а эволюция фотоавтотрофных организмов неразрывно связана с эволюцией их пластид. Суть теории заключается в том,

хлоропласт возник в результате "захвата" клеткой-хозяином фотосинтезирующей цианобактерии. В результате возник первичный хлоропласт, покрытый двумя мембранами. Первичный хлоропласт имеют представители 4-х отделов водорослей (Glaucophyta, Rhodophyta, Chlorophyta и Charophyta), а также высшие растений (Embryophyta). Остальные фотоавтотрофы являются вторичнопластидными, т.к. приобрели хлоропласт путем "захвата" клеток зеленой или красной водоросли (их хлоропласты покрыты четырьмя, реже тремя мембранами). В первом случае возникли 2 отдела водорослей – Chlorarachniophyta и Euglenophyta; во втором – остальные отделы (Ochrophyta, Dinophyta, Cryptophyta и Haptophyta) (Keeling, 2010).

В заключении хотелось бы отметить, что, несмотря на то, что К.С. Мережковский был весьма неоднозначной личностью, совершенно очевидно, он был талантливым ученым-исследователем и его имя по праву вошло в историю биологии.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ (проект № 14-50-00029).

Захаров И.А. 100 лет теории симбиогенеза // Вестник ВОГиС. 2009. Т. 13. № 2. С. 355–361.

Золотаносов М.Н. Братья Мережковские. Книга первая. Отщепенis Серебряного века. М.: Ладомир, 2003. 1030 с.

Мережковский К.С. К морфологии диатомовых водорослей. I. Исторический очерк. II. Эндохром диатомовых. Казань, 1903. 429 с., 6 табл.

Мережковский К.С. Законы эндохрома. Казань, 1906. 402 с.

Мережковский К.С. Теория двух плазм, как основа симбиогенезиса, нового учения о происхождении организмов. Казань, 1909. 102 с.

Стрельникова Н.И. Мережковский К.С. и его работы по диатомовым водорослям (к 150-летию со дня рождения) // <http://old.kpfu.ru>. 2005.

Archibald J. One Plus One Equals One. Symbiosis and the evolution of complex life. Oxford, 2014. 224 p.

Keeling P.J. The endosymbiotic origin, diversification and fate of plastids // Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B. 2010. Vol. 365. P. 729–748.

Margulis L., Chapman M.J. Kingdoms & Domains: An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth. 4th ed. 2009. 659 p.

Martin W., Kowallik K.V. Annotated English translation of Mereschkowsky's 1905 paper 'Über Natur und Ursprung der Chromatophoren im Pflanzenreiche' // European Journal of Phycology. 1999. Vol. 34. P. 287–295.

Mereschkowsky C. Über Natur und Ursprung der Chromatophoren im Pflanzenreiche // Biologisches Centralblatt. 1905. Vol. 25. S. 593–604.

Sagan L. On the Origin of Mitochondrial Cells // Journal of Theoretical Biology. 1967. Vol. 14. P. 225–274.

Sapp J., Carrapiço F., Zolotonosov M. 2002. Symbiogenesis: The Hidden Face of Constantin Merezhkowsky // History of Philosophy of the Life Sciences. 2002. Vol. 24. P. 413–440.

Н.А.Давидович
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ О РЕПРОДУКТИВНОЙ
БИОЛОГИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ
ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДИАТОМОВЫХ
N.A.DAVIDOVICH. USING OF DATA ON REPRODUCTIVE BIOLOGY FOR
CONSTRUCTING THE NATURAL PHYLOGENETIC SYSTEM OF DIATOMS

Карадагский природный заповедник, Феодосия, Республика Крым, Россия,
karadag-algae@yandex.ru

Современная систематика диатомовых представляет скорее простой перечень видов с поверхностными диагнозами, нежели углубленное и исчерпывающее описание видовых характеристик (для каждого вида) с четко установленными межвидовыми границами. Отчасти такая ситуация объясняется сложностью установления видовых границ у диатомовых по имеющимся критериям, отчасти – недостаточно устоявшимися концептуальными представлениями о том, что такое вид. Проблемы морфологической систематики и стремление построить естественную филогенетическую систему заставляют искать новые подходы. Одним из таких многообещающих подходов является молекулярно-генетический, позволяющий кардинально пересмотреть, подтвердив или опровергнув, многие существующие представления (Mann, Evans, 2007; Alverson, 2008). Молекулярно-генетический подход не вызывает возражений при рассмотрении филогенетических позиций высоких рангов – на уровне семейств и выше, однако он становится малоэффективным при изучении межвидовых границ в пределах одного рода, особенно если расхождение видов произошло недавно, или же возникновение видовой обособленности не сопровождалось существенными генетическими (равно как морфологическими, физиологическими и проч.) расхождениями. С точки зрения биологической концепции виды приобретают собственную эволюционную историю в результате появления биологической репродуктивной изоляции. Чем дольше продолжается собственная эволюционная история, тем больше различий накапливается, тем легче различить виды. Вполне

очевидно, что репродуктивная несовместимость, включая стерильность в поколениях по причине генетической несовместимости, может служить хорошим критерием состоявшегося расхождения видов, равно как репродуктивная совместимость доказывает видовое единство. Критерий репродуктивной совместимости/несовместимости нелегко применять на практике, особенно при выполнении рутинных исследований, однако для выяснения принципиальных вопросов он может оказаться весьма кстати.

Сама по себе репродуктивная совместимость осуществляется в ходе последовательности превращений с клетками, которая описывается как половой процесс. Половой процесс у диатомовых изучен крайне недостаточно, если вести речь о количестве видов, для которых он описан – менее 1% от общего количества известных видов. Несмотря на это, уже понятны некоторые закономерности, в частности, установлены и классифицированы типы полового процесса (Geitler, 1973). Вряд ли следует доказывать, что расхождение в типах полового процесса безусловно подразумевает половую несовместимость. Стало быть, обнаружение существенной разницы в типах полового процесса дает основания для разделения таксономических единиц. Основной вопрос, который при этом возникает, – на каком таксономическом уровне следует рассматривать наблюдающиеся расхождения. Опыт нашей работы и литературные данные (Geitler, 1973) склоняют к выводу о том, что тип полового процесса являются существенной родовой характеристикой. Наличие двух типов полового процесса (нельзя путать с типами гаметогенеза) может быть связано с разными путями воспроизведения, а именно, гомоталлическим и гетероталлическим (например, Podunay et al., 2014). Однако, при рассмотрении только одного из них, у видов, представляющих один род, за некоторыми исключениями, требующими отдельного рассмотрения, не наблюдается принципиальных расхождений в типах полового процесса. Этот постулат можно взять за основу при изучении родовой принадлежности конкретных видов. В качестве примера рассмотрим диатомею *Cymbella pediculus* Kützing, которая в настоящее время расценивается как таксономический синоним *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow ex A.Schmidt.

Описание полового процесса у *C. pediculus* впервые было опубликовано Картером (Carter, 1856). Значительный вклад в

изучение воспроизведения представителей рода *Cymbella* внес Л. Гайтлер, описавший детали полового воспроизведения у более, чем десяти видов. У всех половой процесс осуществляется по одному Гайтлеровскому типу **IAlac** (Geitler, 1973), в то время как у *Amphora* воспроизведение происходит по существенно иному типу **IB1**. Столь значительные различия в типах полового процесса не могут наблюдаться в пределах одного рода, и поэтому можно сделать вывод о том, что *Cymbella pediculus* Kützing, изучавшаяся Картером, не соответствует *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow ex A.Schmidt, либо *C. pediculus* ошибочно отнесена к роду *Amphora*.

Резюмируя, с точки зрения репродуктивной биологии тип полового процесса является отличительной и очень консервативной родовой характеристикой. Использование этой характеристики в совокупности с другими подходами (морфологическим, генетическим) не только желательно, но и необходимо для построения естественной системы диатомовых водорослей.

Alverson A.J. Molecular systematics and the diatom species // Protist. 2008. Vol. 159. № 3. P. 339–353.

Carter H.J. On the conjugation of *Cocconeis*, *Cymbella* and *Amphora* // Annals and Magazine of Natural History. 1856. Vol. 17. Ser. 2. P. 1–9.

Geitler L. Auxosporenbildung und Systematik bei pennaten Diatomeen und die Cytologie von *Cocconeis*-Sippen // Österreich Botanische Zeitung. 1973. Vol. 122. S. 299–321.

Mann D.G., Evans K.M. Molecular genetics and the neglected art of diatomics // Unravelling the algae – the past, present and future of algal molecular systematics / Brodie J. & Lewis J.M. (Eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida, 2007. P. 231–265.

Podunay Yu.A., Davidovich O.I., Davidovich N.A. Mating system and two types of gametogenesis in the fresh water diatom *Ulnaria ulna* (Bacillariophyta) // Альгология. 2014. Vol. 24. № 1. P. 3–19.

Д.Б.Денисов
ДИАТОМОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
КОЛЬСКОГО СЕВЕРА В ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ
РЕКОНСТРУКЦИЯХ

D.B.DENISOV. PALEOECOLOGICAL RECONSTRUCTIONS BASED ON DIATOM
COMPLEXES IN THE LAKES SEDIMENTS OF THE KOLA NORTH

Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН,
Апатиты, Россия, denisow@inep.ksc.ru

Долговременные изменения водных экосистем Евро-Арктического региона под влиянием многофакторного промышленного загрязнения происходят на фоне глобальных и локальных климатических изменений (Кашулин и др., 2013). Анализ происходящих изменений и разработка эффективных способов управления водными ресурсами не представляется возможным без знания характера исторической динамики параметров водоемов и данных о вкладе климатических факторов в трансформацию водных экосистем. Палеолимнологические исследования на базе диатомового анализа представляют собой конкретный инструмент для реконструкции истории развития водоемов, позволяющие оценить последствия изменений климата и окружающей среды, антропогенного загрязнения, а также реконструировать ряд основных параметров, характеризующих качество вод (Ryanzhin et al., 2010; Hadley et al., 2010). Кольский Север является одним из наиболее значимых регионов для палеоэкологических исследований: во-первых, высокоширотное географическое положение и зависимость от арктических воздушных масс определяет особую чувствительность водных экосистем к любым изменениям климатической системы; во-вторых, на территории сосредоточен мощный промышленный комплекс, оказывающий долговременное трансформирующее влияние на условия формирования качества вод, включая трофическую и токсическую нагрузку; и, в-третьих, наличие огромного количества разнотипных малых озер предоставляет широкий спектр выбора объектов исследований в зависимости от поставленных задач.

В период с 2001 по 2014 гг. были проведены комплексные палеоэкологические исследования диатомовых комплексов донных отложений разнотипных водоемов Кольского Севера,

развивающихся в условиях различных ландшафтов и испытывающих антропогенное влияние различной интенсивности.

Малые озера, находящиеся на различном удалении от комбината "Печенганикель". В седиментах преобладают бентосные формы и обрастатели: *Achnanthydium minutissimum* (Kütz.) Czarnecki, *Tabellaria* ssp., *Eunotia* ssp., *Brachysira* ssp. Реконструировано историческое развитие водных экосистем за период более 600 лет. Выбранные для исследования озера не испытывают прямого антропогенного влияния, что позволило выявить изменения, определяемые, преимущественно, естественно-природными факторами. В ходе Малого ледникового периода (XIV–XVIII вв.) низкие температуры способствовали снижению pH, сокращению объемов воды и уменьшению интенсивности продукционных процессов. Следующим значимым событием было потепление конца XIX – начала XX века, что отразилось на количественных характеристиках – в несколько раз выросло общее обилие диатомовых водорослей, отражающие интенсивность продукционных процессов. Некоторое снижение численности в середине XX века иллюстрирует похолодание 60-х годов, наряду с мощным развитием промышленного производства на Кольском полуострове. Последние десятилетия характеризуются очередной интенсификацией продукционных процессов, связанных как со снижением антропогенной нагрузки, так и потеплением климата северного полушария. При этом для северотаежных озер более значимым оказался первый максимум потепления, а для тундровых – второй. Аэротехногенное загрязнение северных регионов привело к трансформации гидрохимических условий, в частности, некоторому снижению pH в результате выпадения кислотообразующих соединений в середине XX века. В то же время, антропогенные факторы не вызвали кардинальную перестройку структурно-функциональных характеристик водных экосистем малых озер, все они соответствуют типичным субарктическим олиготрофным водоемам с низкой минерализацией воды.

Горные ледниковые озера (Хибинский горный массив). В диатомовых комплексах доминируют *Aulacoseira alpigena* (Grun.) Kramm., *A. pfaffiana* (Reinsch) Kramm., *A. subarctica* (Müll.) Haworth, виды родов *Brachysira* и *Frustulia*. Динамика численности диатомей в озерах этого типа характеризуется резкими колебаниями, связанными с естественно-природными

изменениями окружающей среды и климата. Диапазон этих колебаний сопоставим с мощным антропогенным воздействием. Вероятно, таким образом диатомовые сообщества реагировали на события Малого Ледникового периода XIV–XV вв. Динамика общего обилия диатомей малых горных водоемов, характеризующихся сравнительно небольшой площадью водосбора (< 4 км²) отличается положительным трендом по направлению от нижних слоев к верхним. Очевидно, это проявление типично олиготрофно-эвтрофной сукцессии, происходящей на фоне глобальных климатических изменений, которые становятся более благоприятными для развития диатомей.

Озеро Имандра в зоне влияния Кольской АЭС. Диатомовые комплексы характеризуются обилием центрических форм: *Aulacoseira alpigena* (Grun.) Kramm., *Ellerbeckia arenaria* (Ralfs ex Moore) Crawford., *Cyclotella schumannii* (Grun.) Håkans., *C. radiosa* (Grun.) Lemm., *C. ocellata* Pant., *C. bodanica* Eulenstein ex Grun., *C. rossii* Håkans., *C. comensis* Grun. in VanHeurck. Было выделено четыре этапа в развитии экосистемы водоема. I этап охватывает наименее благоприятный для развития диатомей период в течение Малого ледникового периода. Последующее потепление климата (II этап) привело к увеличению общего обилия и видового разнообразия диатомей, сформировались литоральные и бентосные сообщества водорослей, увеличился сток с водосбора что, вероятно, способствовало поступлению подкисленных болотных вод. Начало третьего этапа связано с изменением температурного режима водоема в ответ на дальнейшее потепление климата наряду с трансформацией гидрохимических параметров. На этом этапе возросла минерализация вод, вероятно, как результат интенсификации эрозионных процессов на водосборе. Окончание этого этапа было ознаменовано началом промышленного загрязнения водоема, когда выпадение кислотообразующих соединений привело к снижению pH. Четвертый, современный этап характеризуется резким увеличением общего обилия диатомей, причиной чего стал ввод в эксплуатацию КАЭС. Интенсификация производственных процессов водорослевых сообществ плеса Бабинская Имандра определяется не только с новым температурным режимом, но и изменением гидрологических и гидрохимических условий: изменением естественной картины течений при строительстве

дамбы и поступлением биогенных элементов и загрязнителей из плеса Йокостровская Имандра.

Кашулин Н.А., Даувальтер В.А., Денисов Д.Б., Валькова С.А., Вандыш О.И., Терентьев П.М., Кашулин А.Н. Некоторые аспекты современного состояния пресноводных ресурсов Мурманской области // Вестник МГТУ. 2013. Т. 16. № 1. С. 98–107.

Hadley K.R., Smol J.P., Douglas M.S., Lim D. Diatom assemblages and limnological variables from 40 lakes and ponds on Bathurst island and neighboring high arctic islands // International Review of Hydrobiology. 2013. Vol. 98(1). P. 44–59.

Ryanzhin S.V., Subetto D.A., Kochkov N.V., Akhmetova N.S., Veinmeister N.V. Polar lakes of the World: current data and status of investigations // Water Resources. 2010. Vol. 37. №. 4. P. 427–436.

И.Н.Егорова¹, Г.И.Кобанова², Е.А.Судакова¹, В.В.Тахтеев^{2,3}

**ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ХЛОРИДНО-НАТРИЕВЫХ
МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ БАСЕЙНА РЕКИ ЛЕНЫ**
I.N.EGOROVA, G.I.KOBANOVA, E.A.SUDAKOVA, V.V.TAKHTEEV. DIATOMS OF
THE SODIUM CHLORIDE MINERAL SPRINGS IN BASIN OF THE LENA RIVER

¹Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, egorova@sifibr.irk.ru

²Научно-исследовательский институт биологии ИГУ, Иркутск, Россия, kobanov@iszf.irk.ru

³Биолого-почвенный факультет Иркутского государственного университета, Иркутск, Россия, amphipoda@yandex.ru

Байкальская Сибирь знаменита своими минеральными и термальными водами различного состава, которые являются частью ее уникального природного наследия. Это интразональные микрэкосистемы, служащие рефугиями для видов-галофилов и термофилов.

В сообщении приводятся первые сведения о диатомовых водорослях шести обследованных минеральных источников Восточно-Сибирской гидроминеральной области. Четыре из них – Тарельский, Тутурский, Турукский и Усть-Кутский (озеро Соленое) – расположены непосредственно по реке Лена, начиная с ее верховья и ниже до места впадения левобережного притока Кута. Другие два – Ключевской и Ульканский – находятся в районе ее правобережного притока Киренга, который протекает почти параллельно Лене по Предбайкальскому предгорному прогибу. Первый источник находится на Киренге ниже впадения в нее реки Улькан, а второй на Улькане несколько выше его устья. Исследованные источники образуются за счет выноса на

поверхность растворенных в недрах земли ископаемых солей; характеризуются хлоридно-натриевым составом вод и существенно различаются по гидрографии, гидрофизике и гидрохимии. Общая минерализация вод в разных источниках варьирует от 1 до 130 г/л и выше.

Экспедиционные работы были проведены в июле и октябре 2007–2008 гг. Отбирали в основном бентосные водоросли, фиксировали 4%-ным раствором формальдегида.

Определение видового состава проводили по стандартным методикам с применением световой микроскопии. Для идентификации водорослей использовали классические отечественные и зарубежные определители, а также таксономические сводки, в том числе и отечественные (Генкал и др., 2013; Харитонов, Генкал, 2012 и др.), в которых отражена современная номенклатура водорослей, а также базы данных Интернет и статьи. Сходство видового состава водорослей в различных источниках анализировали по индексу П. Жаккара (Jaccard, 1901), выраженного в процентах.

Диатомовые водоросли в исследованных источниках составляют основу альгофлоры (76%). Всего выявлено 168 видов диатомей (или 196 таксонов рангом ниже рода), представленных в основном типичными обрастателями и бентосными видами. Представители планктонной флоры из родов *Cyclotella*, *Stephanodiscus*, *Nitzschia* также зарегистрированы.

Разнообразие диатомовых водорослей отличается большим разбросом и изменяется на порядок величин – от 8 до 82 видовых и внутривидовых таксонов. Максимальное разнообразие выявлено в Турукском источнике. Здесь зарегистрировано 102 таксона водорослей видового и внутривидового ранга, из которых диатомовых 73 вида или 82 таксона. Турукский источник по числу зарегистрированных диатомовых водорослей близок Тарельскому 75 видов (80 таксонов), за ним следуют источники Ключевской 51 (54), Ульканский 42 (50), Тутурский 17 видов (18 таксонов). Минимальное разнообразие диатомей характерно для пелагических рассолов озера Соленое (Усть-Кутский источник), где найдено всего 12 таксонов, из них 8 – диатомовые водоросли. Однако в прибрежных опресненных участках этого озера, особенно в районах впадения пресноводных ручьев, разнообразие диатомовых возрастает и приближается к 60 таксонам (Тахтеев и др., 2009).

По отношению к солености воды большинство диатомей в источниках являются индифферентными видами. Они преобладают во всех источниках (48.1–67.1%), исключая пелагические рассолы Усть-Кутского, в которых переходят на второе место (25.0%), уступая первое мезогалобам (62.5%).

Число галофилов в источниках меняется от 1 до 12 таксонов, с максимумом в Турукском источнике, который расположен чуть выше гипергалинного Усть-Кутского и характеризуется максимальной соленостью воды. В Турукском источнике, наряду с галофилами, найдены галофобы (4.9%) – *Diatoma anceps*, *D. hiemale*, *Meridion circulare*, *Stenopterobia intermedia*. Их находки могут быть связаны с тем, что выходы Турукского источника находятся непосредственно на побережье Лены и испытывают влияние ее пресных вод.

Солоноватоводно-морской вид – *Halamphora coffeaeformis* (C.Agardh) Levkov [= *Amphora coffeaeformis* (C.Agardh) Kützing] найден в источниках минерализация которых превышает 8 г/л, т.е. во всех, кроме Тарельского и Турукского.

Значения коэффициента сходства видового состава диатомовых водорослей по Жаккару между разными источниками малы, причем их величины не обнаруживают какой-либо зависимости ни от минерализации, ни от географической удаленности источников друг от друга. Наибольшее сходство (20.0%) выявлено между Ключевским и Турукским источниками, значительно различающимся по минерализации в местах разгрузки. Наименьшее (2.0%) – между близкими и географически, и по минерализации Тарельским и Тутурским источниками. Это, вероятно, можно объяснить как влиянием пресноводных вод на источники, так и неполным их разнообразием, которое мы имеем на данный момент. Диатомовая флора минеральных источников на самом деле значительно богаче. Необходимо сказать, что найден целый ряд диатомей, которые не включены в рассмотренный таксономический список. Их морфологические характеристики не соответствуют имеющимся в литературе, что позволяет предполагать наличие в исследуемых источниках новых для науки видов. Эти диатомовые водоросли требуют дальнейшего изучения с применением электронно-микроскопических и молекулярно-биологических методов.

Таким образом, исследования диатомовой флоры минеральных источников должны быть продолжены с целью

уточнения ее состава, изучения сезонной динамики, продуктивности, физиолого-биохимических особенностей ряда видов в необычных или даже экстремальных условиях обитания. Они позволят решить многие вопросы, связанные с формированием не только водной флоры, но и фауны Восточной Сибири, и дать материал для региональных биоиндикационных шкал, совершенно не разработанных для Прибайкалья.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (гранты 04-04-48738-а, 14-44-04105-РФФИ-Сибирь-а).

Генкал С.И. и др. Диатомовые водоросли планктона реки Свислочь и ее водохранилищ. М., 2013. 235 с.

Тахтеев В.В. и др. Биота водоемов Байкальской рифтовой зоны. Иркутск, 2009. 232 с.

Харитонов В.Г., Генкал С.И. Диатомовые водоросли озера Эльгыгытгын и его окрестностей (Чукотка). Магадан, 2012. 402 с.

Jaccard P. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques régions voisines // Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles. 1901. Vol. 37. № 140. P. 241–272.

Н.А.Зеленевская
ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ ПРИУСТЬЕВОВОГО УЧАСТКА
РЕКИ БЕЗЕНЧУК

N.A.ZELENEVSKAYA. THE DIATOMS IN WELLEHEAD SITE OF THE
BEZENCHUK

Волжский университет им. В.Н.Татищева, г.Тольятти, Россия,
asterionella@mail.ru

Река Безенчук – левобережный приток Саратовского водохранилища протяженностью 78 км. В верховьях пересыхает, постоянный водоток имеет длину около 20 км. Русло реки извилистое, сложено из суглинков и суспензий средней плотности. Тип питания – смешанный. Площадь водосбора – 410 км². Средняя скорость течения изменялась от 0.2 м/с в межень до 0.68 м/с в половодье. Соответственно средние показатели глубины составляли от 0.1 до 1.2 м, ширины реки – от 4.0 до 24.0 м. Кислородный режим за период исследования в целом был удовлетворительным. Уровень загрязнения реки был повышенным ввиду постоянного наличия легкоразлагаемой органики в воде. Кроме того, часто отмечались превышения

предельно допустимых концентраций фенолов, нефтепродуктов, хлорорганических пестицидов, соединений азота, меди, цинка и марганца.

Обследовался приустьевой участок реки, расположенный в зоне влияния переменного подпора Саратовского водохранилища.

Пробы по фитопланктону отбирались в 17 км выше устья реки Безенчук весной, летом и осенью с 1995 по 2006 гг. Полученный материал обработан и проанализирован автором на базе лаборатории гидробиологии Тольяттинской СГМО по стандартным методикам (Методика изучения ..., 1975). Данные по гидрохимии и гидрологические параметры предоставлены соответствующими отделами ФГБУ "Приволжское УГМС".

За период исследования из 205 видов и разновидностей водорослей в составе фитопланктона приустьевого участка реки Безенчук зарегистрировано 99 таксонов диатомовых (Bacillariophyta). Диатомовые водоросли отмечались в разные сезоны среди видов, доминирующих по численности. Весной нередко большой процент численности составлял *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (14.6-68%). В отдельные годы среди доминантов обнаруживались *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim. (11%), *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg. (20%), *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W.Sm (13%). Летом относительно высокой численности часто достигала *Skeletonema subsalsum* Cl.-Euler Bethge (24-28%), в отдельные годы – *Aulacoseira granulata* (59%), *Rhoicosphaenia curvata* (Kütz.) Grun. (20%), *Navicula hungarica* var. *capitata* Ehr. (27%), *Nitzschia longissima* (Bréb. et Kütz.) Grun. (13%). Осенью к числу доминантов можно было отнести такие виды как *Stephanodiscus hantzschii* (31-88%), *Diatoma vulgare* var. *productum* Bory (11-23%), *Navicula cryptocephala* Kütz. (16-48%), *Melosira varians* Ag. (40%) (Зеленевская, 2010).

Таксономическая структура диатомовой флоры приустьевого участка реки Безенчук представлена 2 классами, 5 порядками, 13 семействами, 23 родами. По количеству видов и разновидностей лидировали роды *Navicula* (17) и *Nitzschia* (27).

По распространению, которое известно для 94 таксонов диатомовых водорослей (95%), преобладали космополиты (83 таксона), всего 10 отнесены к бореальным формам, 1 – к голарктическим.

Местообитание известно для 50 таксонов диатомей (50.5%), из которых 18 – планктонные формы, 20 – планктонно-бентосные, 5 – бентосные, 4 – литоральные, 3 – эпифиты.

По отношению к солености, известному для 95 таксонов (96%) диатомовых, лидировали индифференты (67), в меньшем количестве присутствовали галофилы (16), мезогалобы (9) и олигогалобы (3).

Из 86 таксонов (87%), для которых известно отношение к активности водной среды (pH), 64 таксона были представлены алкалифилами и алкалибионтами, 20 – индифферентами, 2 – ацидофилами (Каталог ..., 2000; Баринаова и др., 2006).

Спектр зон сапробности, к которым отнесены виды-индикаторы по списку Сладечека (47 таксонов – 47.5%) был довольно широк. Всего обнаружено: ксено-сапробионтов – 1, ксено-олиго-сапробионтов – 1, олиго-бета-мезосапробионтов – 9, бета-олиго-сапробионтов – 2, бета-мезосапробионтов – 21, бета-альфа-мезосапробионтов – 5, альфа-мезосапробионтов – 8. В целом насчитывалось 13 – низкосапробных, 21 – бета-мезосапробных, 13 – высокосапробных таксонов (Унифицированные методы ..., 1977).

Определена активность 15 видов диатомовых водорослей, отобранных по наибольшим значениям средней относительной численности и частоте встречаемости. Обе эти величины использованы для расчета активности видов. За основу взята формула, предложенная Л.И.Малышевым (1973):

$A = [\sqrt{(c \times d)}] \times 100$, где **A** - активность вида, **c** – среднее проективное покрытие вида, **d** – средняя встречаемость вида.

Для расчета активности водорослей значение "среднее проективное покрытие" заменено на значение "средняя относительная численность вида".

Высокие значения активности характерны для видов, устойчивых к органическому загрязнению воды ($\beta\alpha$ - и α -мезосапробных видов), более низкие – для обитателей относительно чистых вод ($\alpha\beta$ – сапробных видов).

Наибольшие значения активности получены для диатомей *Stephanodiscus hantzschii* (22.7%), *Navicula cryptocephala* (12.5%), *Nitzschia acicularis* (8.2%), *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr. (8.0%), *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Sm. (7.9%).

Таким образом, за период исследования фитопланктона приустьевое участка реки Безенчук зарегистрировано 99 таксонов

диатомовых водорослей, из которых наиболее важную роль играли по распространению – космополиты, по местообитанию – планктонные и плактонно-бентосные формы, по отношению к активности среды – алкаифилы и алкалибионты, по отношению к солености – индифференты, по отношению к сапробности вод – бета-мезосапробионты.

Попытка привлечь к исследованию фитопланктона метод определения активности видов, используемый во флористике, показала целесообразность применения этого метода для наиболее точного выявления значимых видов фитопланктона за период многолетних наблюдений на одном участке водоема. Возможно, его применение будет так же оправдано и при разовом исследовании фитопланктона на всей акватории водоема с большой площадью.

Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 356 с.

Зеленецкая Н.А. К изучению фитопланктона реки Безенчук // Современное состояние водных биоресурсов. Мат. 2-ой Междунар. конф. (7-9 декабря 2010 г., г. Новосибирск). Новосибирск, 2010. С. 53–54.

Каталог растений и животных водоемов бассейна Волги / Отв. ред. В.Н. Яковлев. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2000. 309 с.

Малышев Л.И. Флористическое районирование на основе количественных признаков // Ботанический журнал. 1973. Т. 58. № 11. С. 1581–1588.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. С. 73–92.

Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. III. Методы биологического анализа. Приложение 1: Индексы сапробности. М.: изд-во СЭВ, 1977. 92 с.

Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. III. Методы биологического анализа. Приложение 2: Атлас сапробных организмов. М.: изд-во СЭВ, 1977. 228 с.

**О.Ю.Калинина¹, Ф.В.Сапожников², Н.И.Чернова¹,
М.А.Никитин³**
**ОПЫТ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ШИРОКО ЭВРИГАЛИННЫХ
ВИДОВ *NITZSCHIA***

O.YU.KALININA, PH.V.SAPOZHNIKOV, N.I.CHERNOVA, M.A.NIKITIN.
CULTIVATION EXPERIENCE OF WIDELY EVRIHALOBIITY SPECIES OF *NITZSCHIA*

¹Лаборатория возобновляемых источников энергии Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, bio-energysmu@mail.ru

²Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия, fil_aralsky@mail.ru

³Институт физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, nikitin.fbb@gmail.com

Широко эвригалинные виды диатомей бывают способны населять биотопы в крайне широких диапазонах минерализации: от олиго- до ультрагалинных. При этом условия их обитания часто характеризуются высокой минерализацией, как правило, сопряженной с интенсивной инсоляцией и частыми колебаниями температуры среды – даже в течение суток. Таковы, например, условия в мелководных ультрагалинных (содовых) озерах степной зоны, в прибрежной части Большого Аральского моря и оз. Моно, верхняя литораль песчаного побережья Южного Вьетнама или же терминальный, периодически обсыхающий участок мелкой реки, выходящей на побережье Гоа (Индия). Все эти биотопы отличаются нестабильностью гидрологических и гидрохимических условий. Диатомовая флора в таких местах не слишком разнообразна, а клетки большинства видов накапливают большое количество липидов и полифосфатов (волютина).

В свою очередь, способность к экстремальному накоплению нейтральных липидов делает некоторые из этих диатомей перспективным сырьем для производства биодизеля.

Тем не менее, выделение таких микроводорослей в альгологически чистую культуру и поддержание в лабораторных условиях бывает зачастую сопряжен с рядом трудностей. Эти микрофиты в природе адаптированы к жизни в интерстициальных пространствах, на поверхности песчинок в условиях частой смены условий обводнения (на верхней литорали), или же на кальцинированной/сульфатированной/хлорированной соляной корке, в наилке на пересоленных глинах, среди кристаллов соли. В условиях культивирования, очутившись на жидкой или агаризованной питательной среде, эти микрофиты сначала дают

прирост численности, а затем стремительно вымирают. Это может быть обусловлено нарушением естественной пространственной организации их популяций, формирующейся в природе в тесной связи с характером субстрата. Только некоторые виды способны длительное время развиваться в культуре, и поиск их затруднителен. В особенности это актуально для видов *Nitzschia*.

В период с 2013 по 2015 гг. в Лаборатории возобновляемых источников энергии были выделены в альгологически чистые культуры 3 вида из рода *Nitzschia*: *N. cf. communis*, *N. inconspicua* и *N. parvuloides*. Все три вида были получены из естественных природных местообитаний.

Для *N. cf. communis* удалось выделить три морфологически различных штамма из трех щелочных озер Кулундинской степи (Алтайский край, Россия). Озера Танатар III, Горчина III и Танатар VI отличались уровнем общей минерализации, условиями формирования поверхности осушной периферической зоны и видовой/пространственной организацией сплавнины из макрофитов и цианобактерий.

Накопительные культуры *N. cf. communis* были получены на карбонатных средах, имитирующих состав воды содовых озер. В дальнейшем была проведена работа по модификации среды с учетом химического состава исследованных щелочных озер для оптимального роста диатомей: за основу была взята среда Заррука (Zarrouk, 1966), но содержание NaHCO_3 уменьшено до 5 г/л, содержание NaCl увеличено до 20 г/л, K_2SO_4 – до 4г/л; вместо NaNO_3 введен KNO_3 (2.5 г/л). Кроме того, в среду были введены KCl (1г/л) и $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (0.006 г/л).

Из озера Горчина III был выделен штамм *N. cf. communis* G3-Nc-12 [GenBank: KM387718] (средние размеры створок (длина:ширина:высота) – $11.92 \pm 0.58 : 5.45 \pm 0.51 : 5.48 \pm 0,5$ мкм); из оз. Танатар III – *N. cf. communis* T3-Nc-11 [GenBank: KM387717.1] со средними размерами $20.69 \pm 2.21 : 5.36 \pm 0.85 : 5.08 \pm 0.90$ мкм, из оз. Танатар VI – штамм *N. cf. communis* T6-Nc11 [GenBank: KM387718], характеризующийся средними размерами $25.73 \pm 1.55 : 5.44 \pm 0.76 : 5.31 \pm 0.69$ мкм. Принадлежность всех трех штаммов к виду *N. communis* была доказана молекулярно-биологическим методом с применением в качестве генетического маркера гена рибосомной РНК малой субъединицы (18S), наиболее широко используемый в мировой практике для идентификации видов и реконструкции филогенетических

отношений различных групп эукариот, в том числе диатомовых водорослей (Damste et al., 2004; Ruck, Theriot, 2011). Этот же метод применяли и для идентификации двух штаммов, о которых речь пойдет ниже.

Штамм *N. inconspicua* Pauline-Beach-Ni-14 был выделен из влажного пересоленного песка с верхней литорали в районе Муй-Нэ (Южный Вьетнам, побережье Южно-Китайского моря). Штамм был выделен в марте 2014 г., характеризовался средними размерами (длина:ширина) $7.13 \pm 0.81 : 3.12 \pm 0.29$ мкм и культивировался на среде BG-11 с добавлением кремния ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O} - 0.006$ г/л).

Штамм *N. parvuloides* LOV-Beach-Np-14 был получен из пробы микрофитобентоса, взятой на терминальном, пересыхающем на пляже участке реки, вытекающей к Индийскому океану в районе Северного Гоа. Этот участок реки находился под влиянием осолоняющего подтока морских вод через толщу песка. Штамм был выделен в мае 2014 г., характеризовался размерами (длина:ширина) $38.9 \pm 1.02 : 5.56 \pm 0.37$ мкм и культивировался на среде BG-11 с добавлением кремния ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O} - 0.006$ г/л).

Все штаммы *Nitzschia* выращивали в условиях, оптимальных для роста широкого спектра диатомей на описанных выше модифицированных средах, на качалках LOIP с постоянным освещением лампами ДРЛФ-400 интенсивностью $\text{min} - 15 \mu\text{E}(\text{m}^2/\text{с})$ и $\text{max} - 20 \mu\text{E}(\text{m}^2/\text{с})$. После наращивания биомассу отделяли центрифугированием (17 мин. при скорости 1700 об./мин.) и помещали в условия физиологического стресса (на те же среды, но без азота и фосфора, и в условия холодого стресса: выдерживали при $T=7-9^\circ\text{C}$ и освещении $5-10 \mu\text{E}(\text{m}^2/\text{с})$ в течение 15 сут.). Для контроля за накоплением липидов в оптимальных и стрессовых условиях проводили отбор проб и окрашивание клеток специфическим на нейтральные липиды флюорохромом Nile red, растворенным в ацетоне и диметилсульфоксиде. Для регистрации флюоресценции использовали люминесцентный микроскоп Leica DM2500.

Результаты экспериментов доказывают возможность использования красителя Nile red для обнаружения нейтральных липидов в диатомеях и для определения оптимальных условий их накопления. Все 5 штаммов экстремотолерантных диатомей демонстрировали устойчивый рост в культуре и накапливали большое количество липидов, как в оптимальных, так и в

стрессовых условиях. Это дает основание рассматривать их в качестве кандидатных для получения сырья, необходимого при производстве биодизеля.

Исследования проводили при поддержке гранта РФФИ №15-08-02596.

Damste et al. The rise of the rhizosolenid diatoms // Science. 2004. № 304(5670). P. 584–587.

Ruck E.C., Theriot E.C. Origin and evolution of the canal raphe system in diatoms // Protist. 2011. Vol. 162(5). P. 723–737.

Д.А.Капустин, М.С.Куликовский, Е.С.Гусев
ОСОБЕННОСТИ РАЗНООБРАЗИЯ ДИАТОМОВЫХ
ВОДОРΟΣЛЕЙ В НЕКОТОРЫХ ОЗЕРАХ ИНДОНЕЗИИ

D.A.KAPUSTIN, M.S.KULIKOVSKIY, E.S.GUSEV. PECULIARITIES OF THE
DIATOM DIVERSITY IN SOME LAKES OF INDONESIA

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок,
Ярославская обл., Россия, dima_kapustin@outlook.com

Острова Малайского архипелага, на которых расположена Индонезия, входят в состав Индо-Малазийско-Северо-Австралийской фикогеографической области (Krieger, 1932). Сведения о диатомовых водорослях озер Индонезии содержатся в работах Ж. Брюна (Brun, 1891) и Ф. Хустедта (Hustedt, 1935, 1938, 1942). Для озер Индонезии, как и для всей этой фикогеографической области, характерен высокий уровень эндемизма диатомовых водорослей (Vyverman, 1996). Так, например, Г. Мозер с соавт. (Moser et al., 1998) метко назвали о-в Новая Каледония "Galapagos of diatoms".

Мы изучили разнообразие диатомовых водорослей трех озер: Тоба (о-в Суматра), Товути и Матано (о-в Сулавеси). Озеро Тоба имеет вулканическое происхождение и его флора диатомовых резко отличается от других исследованных озер наличием представителей эндемичного рода *Tetralunata* Hamsher et al. (*T. elongata* (Hust.) Hamsher et al., *T. vanheurckii* (Brun) Hamsher et al., *T. robusta* (Hust.) Hamsher et al. и др.), недавно выделенного из рода *Denticula* Kütz. (Hamsher et al., 2014), а также эндемичных центрических и бесшовных диатомовых. Озера Товути и Матано принадлежат к тектоническому типу. Видовой состав диатомовых этих озер сходен и характеризуется высоким разнообразием

видов родов *Epithemia* Kütz., *Gomphonema* Ehrenb., *Brachysira* Kütz. и др., многие из которых также эндемичны.

Дальнейшие флористические и таксономические исследования диатомовых водорослей озер Индонезии позволят выявить реальную степень видового и родового эндемизма, а также дополнить наши представления о распространении этой группы водорослей в регионе. Проведение этих исследований важно для понимания в целом биогеографии диатомовых водорослей и отличия флоры Малайского архипелага от близлежащего Индокитая.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (14-14-00555).

Brun J. Diatomées espèces nouvelles marines, fossiles ou pélagiques // Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève. 1891. T 31. Part 2. № 1. P. 1–47.

Hamsher S.E., Graeff C.L., Stepanek J.G., Kociolek J.P. Frustular morphology and polyphyly in freshwater *Denticula* (Bacillariophyceae) species, and the description of *Tetralunata* gen. nov. (Epithemiaceae, Rhopalodiales) // Plant Ecology and Evolution. 2014. Vol. 147. № 3. P. 346–365.

Hustedt F. Die fossile Diatomeenflora in den Ablagerungen des Tobasees auf Sumatra // Tropische Binnengewässer. 1935. Bd. VI. Archiv für Hydrobiologie. Suppl. 14. S. 143–192.

Hustedt F. Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra nach dem Material der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. Teil I. Systematischer Teil, Schluß // Archiv für Hydrobiologie. 1938. Suppl. 15. S. 393–506.

Hustedt F. Süßwasser-Diatomeen des indomalayischen Archipels und der Hawaii-Inseln // Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. 1942. Bd. 42. S. 1–252.

Krieger W. Die Desmidiaceen der Deutschen limnologischen Sunda-Expedition // Archiv für Hydrobiologie. 1932. Suppl. 11. S. 129–230.

Moser G., Lange-Bertalot H., Metzeltin D. Insel der Endemiten. Geobotanisches Phänomen Neukaledonien // Bibliotheca Diatomologica. 1998. Bd. 38. 464 s.

Vyverman W. The Indo-Malaysian North-Australian phycogeographical region revised // Hydrobiologia. 1996. Vol. 336. P. 107–120.

Г.А.Киселев, Н.Б.Балашова
ДИАТОМЕИ ПОЛУОСТРОВА ЯВАЙ (ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ
АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ)

G.A.KISELEV, N.B.BALASHOVA. DIATOMS OF YAVAY PENINSULA (YAMALO-NENETS AUTONOMOUS OKRUG)

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,
greenkiss@mail.ru, balanataliya@yandex.ru

Природа Севера Росси пострадала от рук человека значительно меньше, чем в южных регионах, где были уничтожены многие ценные природные памятники, гектары лесных насаждений. Тем серьезнее стоит забота по охране нетронутых людьми клочков земли. На территории русской Арктики с целью защиты уникальных экосистем созданы заповедники. Выполняет эту задачу и расположившийся на севере Сибири заповедник "Гыданский", основанный в 1996 году. Целью его создания является охрана и изучение ненарушенных тундровых и прибрежно-морских экосистем.

Государственный природный заповедник "Гыданский" находится на крайнем северо-востоке Тазовского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области. Северная граница заповедника проходит примерно по 73°10' с.ш., южная – по 71°40' с.ш., восточная – по 79°30' в.д., западная – по 74° в.д.

Территория заповедника располагается на полуостровах Явай, который является северо-западной оконечностью более крупного Гыданского полуострова, Мамонт, Олений, а также включает острова Шокальского, Олений, Песцовые, Ровный, Проклятые. Явай имеет характерную вытянутую форму по направлению с севера на юг, достигая в длину более 210 км. С юго-запада и запада омывается водами Обской губы, с юго-востока и востока – водами Гыданской губы, северная часть врезается в открытое море. При этом средняя его ширина по направлению с запада на восток составляет всего 20-30 км. Рельеф полуострова представляет собой низкую с холмами равнину, испещрённую большим количеством мелких рек и озер. Часть территории сильно заболочена. Высота до 75 м над уровнем моря. Растительность тундровая. За исключением оленеводческих кочевий, полуостров необитаем.

В августе – сентябре 2013 г. полуостров Явай посетили сотрудники Санкт-Петербургского государственного университета

в составе экспедиции группы мониторинга полярных регионов в Арктике и Антарктике. Пробы собраны на побережья, омываемого водами Обской губы в районе истока р. Салпадаяха (озеро Тиребято). Образцы отобраны в мелководном непроточном ручье на дне долины – выжимки мха, соскоб с бревна, погруженного в воду, и с грунта в безымянном озере (1x1 км) рядом с озером Терибято.

Всего на первом этапе инвентаризационных работ выявлено свыше 70 видов и внутривидовых таксонов диатомовых водорослей, относящихся к таким группам как центрические, пеннатные бесшовные и пеннатные шовные.

Чрезвычайно бедно представлены центрические диатомеи, всего четыре вида родов *Aulacoseira* Thwaites, *Cyclotella* Kützing ex Brébisson, *Thalassiosira* Cleve.

Основной фон альгофлоры составляют разнообразные пеннатные диатомеи: бесшовные, одношовные, двушовные симметричные и асимметричные, каналшовные.

Обращает на себя внимание значительное количество бесшовных диатомовых водорослей *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing, *Tetracyclus emarginatus* (Ehrenberg) W.Smith и *Ctenophora pulchella* Grunow ex Williams et Round, крупных створок *Ulnaria* sp.

Из одношовных диатомей встречаются немногочисленные створки *Cocconeis placentula* Ehrenberg, единичные экземпляры *Eucocconeis alpestris* (Brun) Lange-Bertalot и *Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot.

Двушовные симметричные диатомеи представлены крупными экземплярами видов рода *Craticula* Grunow, *Navicula* Bory, *Neidium* Pfitzer, *Stauroneis* Ehrenberg, *Petroneis* A.J.Sticle et D.G.Mann, *Pinnularia* Ehrenberg, *Plagiotropis* Pfitzer, – *Craticula ambigua* (Ehrenberg) D.G.Mann, *Navicula amphibola* Cleve, *Navicula radiosa* Kützing, *Neidium ampliatum* (Ehrenberg) Krammer, *Neidium hitchcockii* (Ehrenberg) Cleve, *Plagiotropis lepidoptera* (Gregory) Kuntze, *Stauroneis phoenicenteron* (Nitzsch) Ehrenberg, *Stauroneis gracilis* Ehrenberg.

Из асимметричных двушовных форм особенно разнообразны цимбеллоидные и гомфонемоидные виды – *Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G.Mann, *Cymbella* cf. *aspera* (Ehrenberg) Cleve, *Cymbella arctica* (Lagerstedt) Schmidt, *Cymbopleura cuspidatum* (Kützing) Krammer, *Gomphonema clavatum* Ehrenberg, *Gomphonema truncatum* Ehrenberg и др.

Из каналшовных особенно заметны необычайно крупные экземпляры *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow и *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson.

Общий фон сообществ действительно составляют крупные по размерам клетки различных диатомей. В то же самое время в пробах присутствуют многочисленные мелкие диатомеи, требующие дальнейшего изучения при помощи электронной микроскопии.

В целом альгофлора очень напоминает таковую в более южных широтах, например, на северо-западе России. Однако особый колорит ей придают сугубо северные формы, такие как *Tetracyclus emarginatus* (Ehrenberg) W.Smith, *Neidium hitchcockii* (Ehrenberg) Cleve и другие.

Русская Арктика слабо изученная в альгологическом отношении область. По соседству с полуостровом Явай изучались водоросли полуостровов Ямал и Таймыр, островов Земли Франца-Иосифа и Новой Земли, о. Вайгач и некоторые другие территории.

В комплексе направлений природопользования севера можно выделить важнейшие – сельскохозяйственное освоение земельных ресурсов, промышленная добыча минеральных и энергетических ресурсов, что связано с заменой природных экосистем на культурные, разрушением естественных природных комплексов. В конечном итоге это ведет к потере биологического разнообразия в антропогенно нарушенных полярных ландшафтах. Вместе с тем, водоросли, альгофлора в целом – это составная часть звена, обеспечивающего продуктивность экосистемы. Поэтому изучение биологического разнообразия Арктики, инвентаризация его – одна из важнейших современных задач различных биологических дисциплин, в том числе и альгологии.

Г.В.Ковалева
**РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА НОВО- И
ДРЕВНЕАЗОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ**

G.V.KOVALEVA. DIATOM ANALYSIS OF THE MIDDLE (ANCIENT-AZOV) AND
LATE (NEW-AZOV) HOLOCENE SEDIMENTS OF THE AZOV SEA

Институт аридных зон Южного научного центра РАН, Ростов-на-Дону, Россия,
kovaleva@ssc-ras.ru

Важную роль в ряду палеогеографических и палеоокеанологических исследований занимает изучение донных отложений морских бассейнов. Это объясняется тем, что процесс осадкообразования напрямую зависит от условий среды, и любые изменения климата, характера тектонического режима, уровня моря, биологического разнообразия, гидролого-гидрохимических параметров водоёма, в той или иной степени находят своё отражение в строении разреза осадочной толщи. Большой интерес в связи с этим вызывает исследование морских осадков Азовского моря, для которого характерно уникальное сочетание природных условий, влияющих на формирование осадочного покрова морского дна. Данные условия определяются изолированностью этого водоема и его глубиной, близостью источников поступления обломочного материала, активностью проявления гидродинамических процессов, активным развитием гидробионтов.

Работы по изучению голоценовых донных отложений Азовского моря проводятся сотрудниками Южного научного центра РАН (ЮНЦ РАН) и Института аридных зон ЮНЦ РАН (ИАЗ ЮНЦ РАН) на протяжении последних 10 лет. За это время собран и обобщен обширный фактический материал по морфологии, литологии, биостратиграфии и абсолютному возрасту осадков (Ковалева, 2006, 2007; Матишов и др., 2007, 2009; Ковалева, Золотарева, 2012, 2013; Ковалева, Измайлов, Золотарева, 2015).

Материалом для данного исследования послужили колонки донных отложений, отобранные в разных районах Азовского моря при помощи прямоточной грунтовой трубки в ходе рейсов на НИС "Денеб" и СЧС "Приморец" в период с 2005 по 2014 гг. Мощность отложений в изученных колонках от 1.5 до 2.2 м, отбор образцов для диатомового анализа производили с частотой 2-5 см. Для каждого керна был изучен литологический состав осадков, проведены исследования доминирующих комплексов диатомовых

водорослей и пыльцы, а кроме того, получены данные по абсолютному возрасту осадков (31 возрастная датировка). Идентификацию диатомовых водорослей проводили с использованием светового микроскопа Leica DME, а также сканирующего электронного микроскопа Carl Zeiss EVO 40 XVP.

Проведенные исследования позволяют дать подробную характеристику *новоазовским* отложениям (от 3100 л.н.–н.в.), которые имеют повсеместное распространение и слагают верхнюю часть разреза осадочной толщи Азовского моря. Только в двух кернах, отобранных в юго-восточной части акватории Азовского моря, вскрыты отложения, соответствующие по возрасту *древнеазовским* слоям (6000–3100 л.н.).

Накопление осадков древнеазовского возраста Азовского моря следует соотносить с каламитской и витязевской стадиями развития Черноморского бассейна. В это время происходил интенсивный заток соленых черноморских вод в азовскую котловину и ингрессия моря в устьевые участки речных долин (Балабанов, Измайлов, 1988). Накопление новоазовских отложений происходило на фоне повышающегося уровня моря (нимфейская стадия), чередующегося с кратковременными регрессивными фазами.

Полученные данные впервые позволили охарактеризовать видовой состав доминирующих таксонов диатомовых водорослей из древне- и новоазовских отложений. Древнеазовские слои (~ 10–3.1 тыс. л.н.) характеризуются большим видовым разнообразием представителей диатомовых водорослей из морского рода *Thalassiosira*. К особенностям отложений этого возраста можно отнести: наличие слоев с высоким содержанием спор динофитовых водорослей (Dinophyta); горизонты с высокой численностью спор диатомовых водорослей из рода *Chaetoceros*. Слои, в которых преобладают указанных выше представителей микроводорослей – соотносятся нами с периодами трансгрессий (Ковалева и др., 2015). Еще одной особенностью древнеазовских отложений является наличие слоев с высокой численностью цист (покоящихся стадий) Chrysophyta (золотистые водоросли). Современные представители отдела Chrysophyta обитают как в опресненных, так и в морских водоемах, поэтому ориентироваться на их экологию сложно. Учитывая, что в слоях с высоким содержанием цист Chrysophyta также обнаружено много створок *Actinocyclus octonarius* Ehr., мы сопоставляем эти отложения с

регрессивными стадиями существования водоема (а именно, с условиями опресненного мелководья).

В новоазовских слоях (~ 3.1 тыс. л.н.–н.в.) отмечено чередование горизонтов, где в массе встречаются створки *Actinocyclus octonarius* Ehr. и *Actinoptychus senarius* (Ehr) Ehr. со слоями, где преобладают споры диатомовых из рода *Chaetoceros* (Ковалева, Золотарева, 2013; Ковалева и др., 2015). Принимая во внимание тот факт, что *A. octonarius* и *A. senarius* широко распространены в прибрежных опресненных участках умеренно-теплых морей, их преобладание в осадочной толще соотносится нами (Ковалева, 2007) с низким уровнем моря (мелководностью). Напротив, увеличение в отложениях спор морского рода *Chaetoceros*, маркирует этапы существования более глубокого водоёма, в которые происходило увеличение солёности и повышение уровня вод (Ковалева и др., 2015).

Ландшафтно-климатические условия побережья Азовского моря около 5700–6000 л.н. и 4000–4500 л.н. в результате похолодания и увлажнения климата в лесостепной области Восточно-Европейской равнины характеризовались продвижением лесной растительности на юг. Это нашло отражение в изменении условий водоема, где наличие большого числа черноморских видов диатомовых водорослей в древнеазовских отложениях указывает на этап заметного повышения уровня моря. Этот этап соотносится с описанной в литературе (Федоров, 1977) новочерноморской трансгрессивной стадией. Смена комплексов диатомовых водорослей по завершению новочерноморской трансгрессивной стадии развития морского бассейна позволила четко выделить фанагорийскую регрессивную фазу, которая началась около 3100 л.н. В отложениях этого периода зафиксировано увеличение численности створок *Actinocyclus octonarius*, что указывает на накопление осадков в период существования мелководных условий. Падение уровня моря в фанагорийскую стадию не было непрерывным, при анализе отложений была выделена зона (в интервале 2500–2000 л.н.), зафиксировавшая увеличение количества спор рода *Chaetoceros* sp. и заметное снижение числа створок *Actinocyclus octonarius*. Эти данные указывают на незначительное повышение уровня Азовского моря и совпадают со стадией увлажнения, выделенной по палинологическим данным. Нимфейская трансгрессивная стадия была отмечена в

осадках по заметному увеличению спор рода *Chaetoceros*, не отмечавшихся в таком количестве во время фанагорийской регрессии. По отложениям одной из колонок, отобранной в юго-восточной части Азовского моря, около 1400 календарных л.н. наблюдалось кратковременное снижение уровня моря. Можно так же отметить, что и в период около 800±90 л.н. удалось выявить кратковременное понижение уровня моря.

Анализ изученных нами разрезов донных отложений средне- и позднеголоценового возраста свидетельствует о нестабильном уровне моря во время их образования. Частые изменения уровневых отметок предопределили ритмичный характер строения осадочной толщи, которая по всей мощности в той или иной степени обогащена органическим материалом автохтонного и аллохтонного происхождения.

Балабанов И.П., Измайлов Я.А. Изменение урвенного и гидрохимического режима Черного моря за последние 20 тыс. лет // Водные ресурсы. 1988. № 6. С. 54–62.

Ковалева Г.В. История формирования флоры диатомовых водорослей Азовского моря в позднечетвертичное время // Позднечетвертичная геологическая история севера аридной зоны: Мат. межд. симпозиума (г.Азов – г.Ростов-на-Дону, 26-29 сентября 2006 г.). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. С. 209–214.

Ковалева Г.В. Обнаружение слоев с *Actinocyclus octonarius* Ehr. и *Actinopterychus senarius* (Ehr.)Ehr. в позднечетвертичных осадках Темрюкского залива (Азовское Море) // Мат. II сессии Палеонтолог. об-ва РАН: Палеонтология, палеобиогеография и палеоэкология (Санкт-Петербург, 2-6 апреля 2007 г.). СПб., 2007. С. 68–70.

Ковалева Г.В., Золотарева А.Е. Результаты изучения диатомовых водорослей из поверхностных донных отложений Таганрогского залива // Мат. междунар. науч. конф. Экологическая безопасность приморских регионов (порты, берегозащита, рекреация, марикультура): посвященной 150-летию Н.М.Книповича (г.Ростов-на-Дону, 5-8 июня 2012 г.). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012. С. 119–125

Ковалева Г.В., Золотарева А.Е. Трансгрессивно-регрессивные этапы развития Азовского моря (по результатам диатомового анализа новоазовских отложений) // Сборник статей "Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований". Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2013. С. 280–283.

Ковалева Г.В., Измайлов Я.А., Золотарева А.Е. Диатомовые водоросли из позднеголоценовых отложений Азовского моря, как индикаторы колебаний уровня водоема // Вестник Южного научного центра. 2015. Т. 11. № 1. С. 53–62.

Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Новенко Е.Ю. Результаты спорово-пыльцевого и диатомового анализа грунтовых колонок азовского шельфа // Доклады Академии наук. 2007. Т. 416. № 2. С. 250–255.

Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Польшин В.В. Новые данные о скорости седиментации в Азовском море в позднем голоцене // Доклады Академии наук. 2009. Т. 428. № 6. С. 820–823.

Федоров П.В. Позднечетвертичная история Черного моря и развитие южных морей Европы. В кн.: Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей СССР. М.: Наука, 1977. С. 25.

Л.И.Копырина
ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ НЕКОТОРЫХ ВОДНЫХ
ОБЪЕКТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ "ВЕРТИКАЛЬНЫЙ"
(ВЕРХОВЬЕ РЕКИ ЯНА, ЯКУТИЯ)

L.I.KOPYRINA. DIATOMS ALGAE OF SOME WATERBODIES OF "VERTIKALNY"
DEPOSIT (UPPER REACHES OF THE YANA RIVER, YAKUTIA)

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия,
l.i.kopyrina@mail.ru

Водные объекты, расположенные в верховьях реки Яна находятся в пределах лицензионного участка "Вертикальный", берут начало на высоте 1161-1287 м н.у.м. Гидрографическая сеть относится, к горно-лесной гидрологической зоне Верхоянско-Кольмской горной дуги и приводится на основе географической зональности по водному режиму рек (Чистяков, 1964).

В настоящее время антропогенный пресс на природные комплексы Центрального Верхоянья возрастает, что связано в первую очередь с разведкой полезных ископаемых (серебро, золото), освоением и обустройством территории в пределах лицензионного участка "Вертикальный" ЗАО "Прогноз". При эксплуатации месторождения в ближайшие годы планируются строительство горнодобывающих и обогатительных предприятий. Поэтому изучение более информативной группы диатомовых водорослей, приобретает определенную значимость.

Цели и задачи исследований – выявление видового состава диатомовых водорослей и оценка современного экологического состояния водных экосистем в районе лицензионного участка месторождения "Вертикальный".

Материалом для настоящей работы послужили 29 проб воды из 12 водных объектов месторождения "Вертикальный", собранные автором в августе-сентябре 2014 г. Сбор и обработка материалов проводились по общепринятым в альгологии методам исследований (Водоросли, 1989). Идентификация видов проведены автором в лаборатории флористики и геоботаники

ИБПК СО РАН с использованием отечественных и зарубежных определителей. Систематический список семейств и родов в отделах расположены по системе принятой в справочнике Водоросли (1989), с учетом дополнений и уточнений последних отечественных и зарубежных выпусков. Виды и разновидности внутри каждого рода расположены по алфавиту. Для санитарно-биологической характеристики исследованных водных объектов использовали расчет индекса сапробности Пантле и Букка (Pantle, Buck, 1955) в модификации Сладечека (Sladecsek, 1973). Для уточнения принадлежности видов водорослей к той или иной зоне сапробности использовали списки сапробных организмов "Атлас водорослей-индикаторов сапробности" (Баринава и др., 2000).

Ранее результаты исследованных водных объектов Порфиновый и Сиреленде были представлены в журнале "Наука и образование" (Копырина, 2010), а данные по водорослям некоторых водных объектов месторождения "Вертикальный" приводятся впервые.

По результатам исследований альгофлоры идентифицировано 81 вид (83 вида и разновидности) водорослей из 5 отделов, 10 классов, 19 порядков, 31 семейств и 39 родов. Наибольшим разнообразием отличился отдел Bacillariophyta, который составляет 50% от общего числа найденных видов, затем зеленые – 23% и синезеленые 16%. Доля остальных отделов составила 5% и 6% соответственно.

Численность диатомовых водорослей в исследованных водных объектах низкая и колеблется в пределах от 163 тыс. кл./л (ручей без названия на участке Сиреленде) до 903 тыс. кл./л (устье р. Сиреленде), а биомасса – от 0.0001 (р. Сиреленде, в 6 км выше от ее устья) до 0.001 (устье Сиреленде). Основная роль в формировании численности и биомассы диатомовых принадлежит видам – *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz., *Fragilaria arcus* (Ehr.) Cl., *Meridion circulare* Ag., *Achnanthes lanceolata* (Bréb.) Grun., *Cyclotella bodanica* Eulenk., *Cymbella cistula* Ehr., *Gomphonema angustatum* (Kütz.) Rabenh., *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. Среди них, кроме мочажины, присутствовал вид *Fragilaria arcus*, численность которого на участке Сиреленде от верховьев до устья составила 127 тыс. кл./л. Как известно, вид широко распространен в холодных текучих водах умеренной зоны и Арктики, стенотермный, часто в массах обрастает камни и растения.

Среди исследованных водных объектов наибольшее число диатомовых водорослей найдено в мочажине – 21 вид и разновидность, затем р. Сиреленде – 13 видов, р. Борисовское и "озерко" по 8 видов соответственно и в р. Порфиновый – 4 вида. Вид *Meridion circulare* также широко распространенный, галофоб, обитающий преимущественно в чистых водах, текучих горных водоемах. Этот вид в массе обнаружен в ручьях 1 и 2 (верховье р. Порфиновый), в среднем течении Борисовский и в "озерке", а также единично выявлен в 6 км выше от устья р. Сиреленде.

В фитопланктоне и в обрастаниях часто выявлены виды родов *Navicula*, *Stauroneis*, *Pinnularia*, *Neidium*, *Achnanthes*, *Eunotia*, *Cymbella*, *Gomphonema*.

В мочажине найдены новые виды, ранее не выявленные в других водоемах Якутии: *Pinnularia divergens* var. *elliptica* Grun. и *Eunotia rubusta* var. *tetraodon* (Ehr.) Ralfs.

По приуроченности к местообитанию доминировали бентосные, планктонно-бентосные и эпифитные виды водорослей. По отношению к солености – индифференты и галофилы. По отношению к рН среде – индифференты и алкалофилы. По географическому распространению – космополиты и широко распространенные виды, обитающие в холодных, текучих горных водоемах.

По санитарно-биологической оценке присутствовали олигосапробионты и ксеносапробионты. Количество альфа-, бета-мезосапробов и представителей переходных групп малочисленны или единичны. Индекс сапробности (S) по Сладечку (1967) и по Бариновой и др. (2000), составил 1.76, что говорит о чистых водах и воды, которых отнесены ко II классу чистоты.

Таким образом, по результатам исследований был составлен систематический список альгофлоры исследованных водных объектов месторождения "Вертикальный", насчитывающий 81 вид, среди которых доминировали диатомовые водоросли и составили 50.0% от общего числа видов.

Анализ эколого-географической структуры показал преобладание индифферентов и алкалофилов по отношению к солености воды и космополитов при значительной роли галофобных видов арктоальпийской группы. Сапробиологический анализ выявил преобладание олигосапробионтов и ксеносапробионтов.

Полученные данные послужат основой для дальнейшей оценки экологического состояния водных объектов, а также для разработки рекомендаций и мероприятий при эксплуатации месторождения "Вертикальный".

Баранова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. М.: ВНИИприроды, 2000. 150 с.

Водоросли. Справочник (Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др.). Киев: Наукова думка, 1989. 608 с.

Копырина Л.И. Современное состояние водорослей водоемов в районе месторождения Мангазейское Верхоянского хребта // Наука и образование. 2010. Т. 2(58). С. 37–39.

Чистяков Г.Е. Водные ресурсы рек Якутии. М.: Наука, 1964. 255 с.

Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas - und Wasserbach. 1955. Bd. 96(18). 604 s.

Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view // Advances in Limnology. 1973. Vol. 7. P. 1–218.

Л.Г.Корнева

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ *SKELETONEMA*
SUBSALSUM (CLEVE-EULER) BETHGE В ВОДОЕМАХ
ВОЛЖСКОГО БАСЕЙНА**

L.G.KORNEVA. DISTRIBUTION AND ECOLOGY OF *SKELETONEMA*
SUBSALSUM (CLEVE-EULER) BETHGE IN VOLGA RIVER BASIN RESERVOIRS

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок,
Ярославская область, Россия, korneva@ibiw.yaroslavl.ru

Начиная со второй половины XX века, в континентальных водоемах значительно возросло число видов-вселенцев планктонных водорослей (Корнева, 2014). "Иммигранты" активно перестраивают структуру аборигенных сообществ, что способствует структурно-функциональным трансформациям на всех последующих трофических уровнях и изменениям фенологических закономерностей. К настоящему времени к инвазийным причисляют >50 видов фитопланктона, в основном из представителей цианопрокариот (цианобактерий) и диатомовых водорослей, реже – динофитовых, зеленых и рафидофитовых. В течение последних шести десятилетий в планктон водохранилищ волжского бассейна наблюдается активное внедрение аллохтонных видов водорослей (Генкал и др., 1999; Корнева, 2001, 2007; 2014; Korneva, 2006; Тарасова, Буркова, 2010; Беляева, 2011; Генкал, Охапкин, 2013 и др.). Их проникновение

осуществляется главным образом из водоемов Беломоро-Балтийского и Понто-Каспийского бассейнов (Slynko et al., 2002). Все обнаруженные инвазийные виды (17) относятся в основном к отделу диатомовых водорослей. Только два из них, *Skeletonema subsalsum* (Cleve-Euler) Bethge и *Actinocyclus normanii* (Gregory) Hustedt, достигают значительного развития в водохранилищах. Первоначально массовое развитие *S. subsalsum* было отмечено летом 1954–1964 гг. в устье р. Волги (Прошкина-Лавренко, Макарова, 1968). После завершения основного гидростроительства в 1964–1969 гг. она была обнаружена по всей Волге, в массовом количестве – в Волгоградском водохранилище и Нижней Волге (Волошко, 1969; Кузьмин и др., 1970). В 1969–1975 гг. максимальные численность и биомасса *S. subsalsum* наблюдались как в водохранилищах Нижней так и Средней Волги (Генкал, Кузьмин, 1980), имеющих более высокую минерализацию. В 1976–1977 гг. *S. subsalsum* впервые обнаружена в Шекснинском водохранилище и в озерах Северо-Двинской системы, а в 1980-е годы – в оз. Неро (Корнева, 2007). В 1989–2004 гг. биомасса *S. subsalsum* составляла в среднем 58% от суммарной биомассы фитопланктона в Верхней Волге, 32% – в Средней и 46% – в Нижней, что свидетельствует о важном ценозообразующем значении этого вида в планктоне волжских водохранилищ. В Рыбинском водохранилище (Верхняя Волга) вид первоначально был отмечен в 1955 и 1959 гг. лишь на отдельных его участках (Корнева, 2007). С 1962 г. он начал развиваться по всей акватории водоема, достигнув максимальной численности и биомассы в 1970-е годы. Частота встречаемости *S. subsalsum* постепенно увеличивалась: в 1955–1967 гг. она составляла в среднем по водоему 7.5%, в 1968–1974 гг. – 23%, а в 1976–1981 гг. – 30%. Вместе с ростом встречаемости в Рыбинском водохранилище наблюдалось постепенное многолетнее увеличение максимальной относительной биомассы этого вида: в 1962–1973 гг. она составляла в среднем по водоему 14.8%, в 1974–1997 гг. – 21.5%, а в 1998–2007 гг. – 23.4%. Распределение обилия вида по акватории водохранилища весьма неравномерно. До 1981 г. в 80-ти % случаев *S. subsalsum* обычно достигала максимального развития в речном южном Волжском плесе. Начиная с 1981 г., вплоть до начала 2000-х годов в 39% из 18 сроков наблюдения оно отмечалось в северном Шекснинском, а в 33% – в Волжском плесах, т.е. в более высокотрофных речных

участках. Рыбинское водохранилище пока является северной границей интенсивного развития этого вида в Верхней Волге. В 1969–1975 гг. в каскаде волжских водохранилищ *S. subsalsum* развивалась в широком диапазоне температур, достигая наибольшего обилия в летне–осенний период (Генкал, Кузьмин, 1980). В 1962–1981 гг. в Рыбинском водохранилище максимум развития вида наблюдался обычно летом. Начиная с 1978 г., *S. subsalsum* в значительном количестве отмечалась и осенью (Корнева, 2007). Получена достоверная положительная связь между максимальной численностью *S. subsalsum* и средней по водоему температурой воды в 1987–2007 гг. Непрерывный рост трофии и температуры воды водоема с середины 1970-х годов могли способствовать увеличению числа ее сезонных популяционных пиков (Корнева, 2007, 2014). Подводя итоги сведений из литературных, интернет источников и собственных исследований, можно заключить, что *Skeletonema subsalsum* – космополит, теплолюбивый, пресноводный, солоноватоводный вид. Согласно морфо-функциональной классификации фитопланктона (Reynolds et al., 2002) его относят к группе D (Devercelli, 2006), которую представляют мелкоклеточные быстрорастущие диатомовые, предпочитающие мелководные, хорошо перемешиваемые водоемы с высоким содержанием биогенных веществ. В балтийском регионе вид стал обнаруживаться еще в начале XX века, но в доминирующих комплексах – только начиная с 1980-х годов. В черноморско-каспийском регионе *S. subsalsum* в массовом количестве была отмечена уже в 1950-е годы. Уровень ее развития в значительной степени лимитируется температурным фактором. Более ранние сроки начала доминирования вида в фитопланктоне Каспийского моря и Волги свидетельствуют в пользу допущения расселения вида по волжской трассе с юга на север.

Беляева П.Г. К вопросу о распространении *Actinocyclus normanii* (Greg.) Hust. (Bacillariophyta) в Камском и Воткинском водохранилищах // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Водная экология. Пермь: Пермский гос. университет, 2011. Т. IV. С. 19–23.

Волошко Л.Н. Фитопланктон Нижней Волги и некоторых основных рукавов ее дельты // Гидробиологический журнал. 1969. Т. 5. № 2. С. 32–38.

Генкал С.И., Корнева Л.Г., Соловьева В.В. Новые данные о *Actinocyclus normanii* (Greg.) Hust. (Bacillariophyta) // Альгология. 1999. Т. 9. № 4. С. 58–69.

Генкал С.И., Кузьмин Г.В. О таксономии и биологии малоизвестных пресноводных видов *Skeletonema* Grev. (Bacillariophyta) // Гидробиологический журнал. 1980. Т. 16. № 4. С. 25–30.

Генкал С.И., Охалкин А.Г. Центрические диатомовые водоросли (Centrophyceae) нижнего течения р. Оки (Российская Федерация) // Гидробиологический журнал. 2013. Т. 49. № 1. С. 44–49.

Корнева Л.Г. О распространении *Actinocyclus normanii* (Greg.) Hust. emend. Genkal et Korneva (Bacillariophyta) в водохранилищах бассейна Волги // Альгология. 2001. Т. 11. № 3. С. 334–341.

Корнева Л.Г. Современные инвазии планктонных диатомовых водорослей в бассейне р. Волги и их причины // Биология внутренних вод. 2007. № 1. С. 30–39.

Корнева Л.Г. Инвазии чужеродных планктонных водорослей в пресных водах Голарктики (Обзор) // Российский Журнал Биологических Инвазий. 2014. № 1. С. 9–37.

Кузьмин Г.В., Макарова И.В., Волошко Л.И. О нахождении в Волге малоизвестной диатомовой водоросли *Stephanodiscus subtilis* (Van Goor) A. Cl. // Гидробиологический журнал. 1970. Т. 6. № 3. С. 95–97.

Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В. Водоросли планктона Каспийского моря. Л.: Наука, 1968. С. 3–295.

Тарасова Н.Г., Буркова Т.Н. *Actinocyclus normanii* (Greg.) Hust. (Bacillariophyta) в Куйбышевском водохранилище и других водоемах Средней и Нижней Волги // II Международный Симпозиум "Чужеродные виды в Голарктике" (Борок – 2), Рыбинск-Борок: ИБВВ РАН, ИПЭЭ РАН, 2005. С. 60–61.

Devercelli M. Phytoplankton of the Middle Paraná River during an anomalous hydrological period: a morphological and functional approach // Hydrobiologia. 2006. Vol. 563. № 1. P. 465–478.

Korneva L.G. Invading species of planktonic diatoms in the Volga River and the reasons of their occurrence // Witkowski A. (Ed.). Proceedings of the 18th International Diatom Symposium. Biopress Ltd., 2006. P. 193–208.

Reynolds C., Huszar V., Kruk C., Naselli-Flores L., Melo S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton // Journal of Plankton Research. 2002. Vol. 24. P. 417–428.

Slynko Yu. V., Korneva L.G., Rivier I.K., Papchenkov V.G., Scherbina G.H., Orlova M. I., Therriault W. The Caspian – Volga – Baltic Invasion Corridor // Invasive aquatic species of Europe. Distributions, impacts and management. Kluwer Acad. Pub.: Dordrecht, Boston, London, 2002. P. 399–411.

Л.Г.Корнева
РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЯ ДИАТОМОВЫХ
ВОДОРΟΣЛЕЙ В МЕЛКОВОДНЫХ
СЛАБОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ЛЕСНЫХ ОЗЕРАХ В
ГРАДИЕНТЕ PH

L.G.KORNEVA. DIVERSITY AND ECOLOGY OF DIATOMS IN SHALLOW
WEAKLY MINERALIZED FOREST LAKES IN PH GRADIENT

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок,
Ярославская область, Россия, korneva@ibiw.yaroslavl.ru

Загрязнение окислами серы и азота, а также увеличение концентрации CO_2 в атмосферных осадках способствуют закислению поверхностных вод и изменению биотической структуры их сообществ. Для раскрытия экологических механизмов реакции фитопланктона на закисление вод необходим детальный флористический и ценотический анализ различных групп планктонных водорослей. Цель данного исследования – выявить закономерности изменения разнообразия, структуры и биомассы планктонных комплексов диатомовых водорослей в слабоминерализованных озерах, различающихся по степени кислотности.

Исследования проводили в 1989–1999 гг. на семи озерах Вологодской области (Хотавец, Кривое, Дубровское, Змеиное, Мотыкино, Темное, Дорожив), расположенных на территории Дарвинского государственного заповедника. Озера относятся к разряду мягководных, небольших мелководных водоемов (площадь акватории 0.005–2.000 км², максимальная глубина 1.5–4.0 м). По значениям цветности озера Хотавец, Кривое и Дубровское характеризовались как полигуמוзные (126±10–372±20 град. Pt-Co шкалы), оз. Змеиное – мезогуמוзное (50–100 град.), озера Мотыкино, Темное и Дорожив – олигогуמוзные (23±4–39±3 град.). По значениям pH оз. Хотавец характеризовалось как нейтральное (7.00±0.10), а среди закисленных оз. Кривое – олигоацидное (6.40±0.09), озера Дубровское, Змеиное, Мотыкино, Темное, Дорожив – мезоацидные (4.41±0.03–4.73±0.05). По содержанию хлорофилла *a* в воде озера Хотавец и Кривое относили к эвтрофному типу, Дубровское и Змеиное – к мезотрофному, а Мотыкино, Темное и Дорожив – к олиготрофному. Содержание гидрокарбонатного иона определено только в эвтрофных озерах Хотавец (21.5±2.1 мг/л) и Кривое

(33.5±3.8 мг/л). В остальных водоемах происходило его разрушение.

В составе флоры планктона озер обнаружено 93 (87 видов) таксона диатомей рангом ниже рода. Наибольшим таксономическим богатством водорослей отличалось эвтрофное нейтральное оз. Хотавец 51 (48). Общими для всех озер были всего 2 вида: *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz. и *Pinnularia interrupta* W.Smith. Шесть видов обнаружено в 6-ти озерах: *Cyclotella stelligera* Cleve et Grun., *Aulacoseira ambigua* (Grun.) Sim., *A. granulata* (Ehr.) Sim., *Asterionella formosa* Hassal, *Eunotia exiqua* (Bréb. ex Kütz.) Rabenh., *Frustulia rhomboides* (Ehr.) De Toni. Всего 14 видов (15% от общего числа диатомей) имели частоту встречаемости 70–80%. Специфический комплекс диатомей, встреченных только в одном водоеме, составляли 45 видов, разновидностей и форм (48% от общего числа). Постепенное уменьшение видового богатства при увеличении кислотности наблюдалось в родах центральных диатомовых: *Cyclotella* и *Stephanodiscus*, а увеличение – лишь в роде *Eunotia*. Представитель рода *Frustulia* также присутствовал только в закисленных озерах. Кластеризация же озер по общему составу диатомей повторяла изменение значений цветности и прозрачности воды, а также уровня трофии. Из чего можно заключить, что богатство флор диатомей лимитировалось прежде всего световыми условиями. По мере снижения pH увеличивалось число галофобов (7→14) и ацидофилов (6→14), снижалось число алкалифилов (13→1) и индифферентов (27→1). Из индикаторов органического загрязнения на увеличение кислотности реагировали только α-, β- мезосапробы и олиго-β-мезосапробы, число которых уменьшалось.

Диатомовые водоросли максимальной биомассы достигали в оз. Хотавец (4.59 г/м³). В остальных озерах она снижалась в ряду оз. Кривое (2.66 г/м³), Дубровское, (1.80 г/м³), Змеиное (0.64 г/м³), Мотыкино (0.35 г/м³), Темное (0.02 г/м³) и Дорожив (0.13 г/м³). Наибольшая относительная биомасса диатомовых (60–80%) во всех озерах наблюдалась весной и осенью. В нейтральном оз. Хотавец и слабоацидном оз. Кривое доминирующий комплекс диатомовых водорослей был в основном представлен центрическими – видами из рода *Aulacoseira*: *A. islandica* (O.Müll.) Sim., *A. ambigua*, *A. granulata*. В оз. Кривое к ним присоединялась бесшовная пеннатная *Tabellaria flocculosa*. В цветных кислотных

озерах (Дубровское. Змеиное) преобладали пеннатные диатомовые: *Tabellaria flocculosa*, *Asterionella formosa*, *Frustulia rhomboides* и *Pinnularia interrupta*. В светловодных кислых озерах (Мотыкино, Темное, Дорожив) наряду с пеннатными: *Frustulia rhomboides*, *Tabellaria flocculosa*, *T. fenestrata* (Lyngb.) Kütz., *Diatoma tenuis* Ag., *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun., *Pinnularia* sp. доминировали нитчатые центрические: *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata*, *A. pfaffiana* и *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg.

По данным различных авторов при увеличении кислотности вод обычно наблюдалось снижение участия диатомовых. Граница pH, при которой происходила редукция обилия диатомовых, варьировала в различных озерах в пределах pH 6.0–5.5. В исследованных вологодских озерах абсолютная биомасса диатомовых водорослей резко снижалась при pH < 7, а относительная наоборот увеличивалась. Это связано с тем, что различные таксономические группы диатомей по разному реагировали на снижение pH. Центрические диатомовые наибольшей биомассы достигали при pH 6.5–7.5, а пеннатные – при pH ~ 4.5. Среди последних обычно встречается большее число ацидотолерантных видов, чем среди центрических. В основном это представители из родов: *Frustulia*, *Tabellaria*, *Fragilaria*, *Pinnularia*, *Eunotia*, *Stenopterobia*, *Anomoeoneis* – обитатели микрофитобентоса и фитообрастаний, факультативные планктеры. Доминирование их в олиготрофных кислых светловодных озерах могло быть связано не только с адаптацией к низкому pH, но и к обитанию на дне водоемов в условиях высокой прозрачности воды. Бентосные диатомовые способны к утилизации органических веществ, что позволяет им поддерживать свой метаболизм даже на 10 см глубине в осадках при световом лимитировании (Tuchman et al, 2006). Каков физиологический механизм, лежащий в основе устойчивости ацидофильных видов диатомовых к низким значениям pH, пока неизвестен. Скорее всего он связан с особенностями осморегуляции и непрямого воздействия других факторов. Высокая кислотность, как и высокая соленость, действуют как осмотический стресс. Биогенные вещества могут быть лишь звеном в цепочке взаимодействий водорослей с составом ионов. При отсутствии бикарбонатов в кислых озерах значительно увеличивалось значение сульфатов, которые ингибирует ассимиляцию молибдатов (Cole et al., 1986) – важный компонент

для нитратредукции. Поэтому молибдаты играют ключевую роль в ассимиляции нитратов, но не влияют на ассимиляцию аммонийного азота. Когда соотношение $\text{SO}_4^{2-}/\text{MoO}_4^{2-}$ увеличивается, скорость роста водорослей в культурах при добавлении NO_3^- снижается, а при добавлении NH_4^+ – не изменяется. В экспериментах на культурах в сульфатной среде наблюдалось положительное развитие диатомей на аммонийном азоте, а в карбонатной – на нитратном азоте (Saros, Fritz, 2000).

Cole J.J., Howarth R.W., Nolan S.S., Marino R. Sulfate inhibition of molybdate assimilation planktonic algae and bacteria: some implications for the aquatic nitrogen cycle // *Biogeochemistry*. 1986. Vol. 2. № 2. P. 179–196.

Saros J.E., Fritz S.C. Changes in the growth rates of saline-lake diatoms in response to variation in salinity, brine type and nitrogen form // *Journal of Plankton Research*. 2000. Vol. 22. № 6. P. 1071–1083.

Tuchman N.C., Schollett M.A., Rier S.T., Geddes P. Differential heterotrophic utilization of organic compounds by diatoms and bacteria under light and dark conditions // *Hydrobiologia*. 2006. Vol. 561. № 1. P. 167–177.

**J.P.Kociolek, S.E.Hamsher, J.G.Stepanek, E.W.Thomas
ARE THERE CONSERVATIVE MORPHOLOGICAL
CHARACTERS IN THE RAPHD DIATOMS
(BACILLARIOPHYCEAE)? EXAMPLES OF HOMOPLASY AND
MERESCHKOWSKY'S PYRENOPHOREAE REVISITED**

Museum of Natural History and Department of Ecology and Evolutionary Biology,
University of Colorado, Boulder, USA

A number of systems have been developed to organize and classify the raphid diatoms, at a variety of taxonomic and systematic hierarchies. These classification systems, developed by diatom taxonomists and systematists such as Agardh (1824), Pfitzer (1871), Petit (1877) and Mereschkowsky (1902, 1903a), sought single or a few morphological or cytological features to organize this diverse clade. Features such as valve or frustule symmetry, canal raphe, number of raphe systems per valve or frustule, chloroplast number and arrangement, and a wide range of special valve (e.g. longitudinal canals, pseudosepta, and stigmata) or girdle (locules and septa) structures have been used to develop classification systems at high (Order) to specific (Genus) levels for raphid diatoms. A multi-gene phylogeny of the diatoms is presented, demonstrating that many of the features used to organize variation in diatoms have evolved more than

once in the Bacillariophyceae. Specific details on phylogenetic relationships, based on both morphological and molecular data, are presented for the canal raphe diatoms, amphoroid diatoms, freshwater cymbelloid and gomphonemoid diatoms, *Rhoicosphenia*, *Diprora* and monoraphid diatoms. These groups are used as case studies to illustrate the multiple origins of similar features within the raphid diatoms and demonstrate the inherent homoplasy of many features. In contrast to the above-mentioned diatom groups based on homoplasies, the Pyrenophoreae, as described by Mereschkowsky (1903b), appear to be a monophyletic group. Pyrenophoreae are characterized by a unique single chloroplast arrangement as well as a distinctive pyrenoid. This clade contains naviculoid, cymbelloid and gomphonemoid diatoms, including taxa that have 1, 2, or 1 regular and 1 reduced raphe system per frustule, and its members exhibit numerous valve innovations. We further examine Mereschkowsky's little-mentioned group, suggest some modifications to its membership, and discuss hypotheses about the evolution of features within the Bacillariophyceae.

Agardh C.A. Systema Algarum. Lundae: Literis Berlingianis, 1824. 312 p.

Mereschkowsky C. On the classification of diatoms // Annals and Magazine of Natural History. 1902. Vol. 9. P. 65–68.

Mereschkowsky C. Nouvelles recherches sur la structure et la division des Diatomées // Bulletin de Societe Imperiale des Naturalistes de Moscou, N.S. 1903a. Vol. 17. P. 149–172.

Mereschkowsky C. Les types de l'endochrome chez les diatomées // Botanicheskii Zapiski. Izdaniya pri Botanicheskom Sade Imperatorskago S.-Peterburgskago Universiteta. 1903b. Vol. 21. P. 1–106.

Petit P. An essay on the classification of the Diatomaceae (with descriptions of some new species) // Monthly Microscopical Journal, London. 1877. Vol. 18. P. 10–14.

Pfitzer E. Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Bacillariaceen (Diatomaceen). Botanische Abhandlungen aus dem Gebiet der Morphologie und Physiologie, 1871. 189 p.

В.А.Кудрявцева
ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ ЛЬДОВ И ПОДЛЁДНОЙ ВОДЫ
ПРОЛИВА ВЕЛИКАЯ САЛМА БЕЛОГО МОРЯ

V.A.KUDRYAVTSEVA. DIATOMS OF THE ICE AND UNDER-ICE WATER OF
VELIKAYA SALMA STRAIGHT OF THE WHITE SEA

Биологический факультет Московского государственного университета имени
М.В.Ломоносова, Москва, Россия, white-out@yandex.ru

Ледовая биота играет важную роль в потоках вещества и энергии в арктических экосистемах. Первичная продукция, создаваемая ледовыми водорослями и цианобактериями, используется планктонными и бентосными животными и играет важную роль в глобальном цикле углерода.

Диатомовые водоросли – наиболее разнообразная группа водорослей, населяющих морской лёд (Poulin et al., 2010). Водоросли могут пассивно включаться в лёд при льдообразовании (Spindler, 1994). Однако заселение толщи льда идет в основном за счет поднятия водорослей из подледной воды по межкристаллическим каналам (Syvertsen, 1991). Дальнейшая колонизация обусловлена как продолжающимся проникновением из подлёдного слоя, так и размножением в межкристаллических пространствах. Соответственно, состав криофлоры определяется, особенно на начальных этапах, составом подлёдного фитопланктона (Ильяш и др., 2003). Позже, при накоплении снежного покрова под тяжестью снега лёд тонет и тогда через литоральные трещины на лёд во время прилива начинает поступать морская вода, которая растекается по поверхности льда и пропитывает снег (Пантюлин, 2012), что позволяет планктонным водорослям заселять верхние слои льда. Ледовые водоросли участвуют в формировании весеннего "цветения" фитопланктона. Преобладающие во льду лентовидные колонии диатомовых и *Nitzschia frigida* поступают при таянии льда в воду, формируя начальную фазу "цветения" (Ильяш и др., 2003).

В последние десятилетия отмечается изменение ледового покрова Арктики под воздействием климатического фактора, в частности, показано увеличение доли однолетних льдов. Такая перестройка биотопа может вызвать изменение состава, обилия, продукционных характеристик ледовой биоты и потоков вещества по пищевым цепям в арктических экосистемах. Поэтому исследования биоты однолетних льдов, а такими как раз и

являются сезонные льды Белого моря, приобретают все большую значимость.

К настоящему времени накоплены достаточно обширные сведения о биоте льдов Белого моря (см., например, Сажин и др., 2012). Для видового состава и обилия ледовых водорослей характерна значительная пространственно-временная вариабельность, что определяет необходимость ежегодного изучения ледовых фитоценов и в разных районах моря.

В настоящей работе представлены данные по видовому составу и биомассе ледовых водорослей и подлёдного планктона в марте в проливе Великая Салма Кандалакшского залива Белого моря. Работы проводили в проливе Великая Салма 17–23 марта 2013 г. Работы проводили на базе Беломорской биологической станции МГУ (ББС). Пробы льда и подлёдной воды отбирали на 5 станциях: у Киндо мыса, в губах Кислая, Ругозерская, Ермолинская и в бухте ББС.

Диатомовые водоросли представлены как типичными ледовыми формами (*Entomoneis kjellmanii*, *E. paludosa*, *Melosira arctica*, *Navicula pelagica*, *Nitzschia frigida*, *N. neofrigida* и др.), так и планктонными (*Thalassiosira* spp. и др.) и бентосными (*Diploneis littoralis*, *Amphora* sp. и др.).

Типичное доминирование колониальной водоросли *Nitzschia frigida* отмечено в нижнем слое льда Ермолинской губы, верхнем слое льда Киндо мыса, значительный вклад она давала и в нижнем слое льда Ругозерской губы и бухты ББС. В подлёдной воде эта водоросль доминировала на Киндо мысе и в бухте ББС. Другой вид, *Navicula pelagica*, образующий рыхлые лентовидные колонии, доминировал в верхнем слое льда в куту Кислой губы, в нижнем слое льда Ругозерской губы и у Киндо мыса.

Большинство водорослей, дававших наибольший вклад в интегральную биомассу, являются типичными ледово-неритическими пеннатными видами. Однако выявлены и случаи доминирования водорослей, нехарактерных для ледового биотопа. Так у Киндо мыса в середине керна преобладала центрическая водоросль *Thalassiosira* sp. Доминирование видов рода *Thalassiosira* является нехарактерным для ледовых сообществ, однако, такие случаи все же регистрируются, например, в верхнем слое льда снежного генезиса в губе Чупа (Ратькова, Сажин, 2011), в Кандалакшской губе Белого моря

(Ильяш и др., 2012), в сезонных льдах Балтийского моря (Rintala et al., 2010), в паковых льдах Охотского моря (McMinn et al., 2008).

В подлёдной воде на станции Ермолинская губа были обнаружены виды рода *Eunotia* (*Eunotia tetraodon*, *E. flexuosa*). Эти виды являются пресноводными, и, вероятно, были занесены в море с речным стоком. Разные представители *Eunotia* были отмечены ранее во льдах Баренцева и Карского морей, а также моря Лаптевых (Житина, Ильяш, 2010).

Житина Л.С., Ильяш Л.В. Видовой состав диатомовых водорослей льдов морей российской Арктики // Арктика и Антарктика. 2010. Вып. 7(41). С. 115–149.

Ильяш Л.В., Житина Л.С., Кудрявцева В.А., Мельников И.А. Сезонная динамика видового состава и биомассы водорослей в прибрежных льдах Кандалакшского залива Белого моря // Журнал общей биологии. 2012. Т. 73. № 6. С. 461–472.

Ильяш Л.В., Житина Л.С., Федоров В.Д. Фитопланктон Белого моря. М.: Янус-К, 2003. 168 с.

Пантюлин А.Н. Динамика, структура и водные массы // Система Белого моря. Т. II. Водная толща и взаимодействующие с ней атмосфера, криосфера, речной сток и биосфера. М.: Научный мир, 2012. С. 605–639.

Ратькова Т.Н., Сажин А.Ф. Диатомовые водоросли как основной компонент биоценозов сезонных льдов Белого моря // Диатомовые водоросли: морфология, систематика, флористика, экология, палеогеография, биостратиграфия. Материалы XII междунар. конф. диатомологов, Москва, 19–24 сентября 2011 г. М.: Университетская книга, 2011. С. 192–195.

Сажин А.Ф., Ратькова Т.Н., Мошаров С.А., Романова Н.Д., Мошарова И.В., Портнова Д.А. Биологические компоненты сезонного льда // Биологические ресурсы Белого моря: изучение и использование. Исследования фауны морей. Т. 69(77). СПб: ЗИН РАН, 2012. С. 97–115.

McMinn A., Hattori H., Hirawake T., Iwamoto A. Preliminary investigation of Okhotsk Sea ice algae; taxonomic composition and photosynthetic activity // Polar Biology. 2008. Vol. 31. P. 1011–1015.

Poulin M., Daugbjerg N., Gradinger R., Ilyash L., Ratkova T., von Quillfeldt C. The pan-Arctic biodiversity of marine pelagic and sea-ice unicellular eukaryotes: a first-attempt assessment // Marine Biodiversity. 2010. Vol. 41(1). P. 13–28.

Rintala J.-M., Piiparinen J., Uusikivi J. Drift-ice and under-ice water communities in the Gulf of Bothnia (Baltic Sea) // Polar Biology. 2010. Vol. 33. P. 179–191.

Spindler M. Notes on the biology of sea ice in the Arctic and Antarctic // Polar Biology. 1994. Vol. 14. P. 319–324.

Syvertsen E.E. Ice algae in the Barents Sea: types of assemblages, origin, fate and role in the ice-edge phytoplankton bloom // Polar Research. 1991. Vol. 10. P. 277–287.

М.С.Куликовский
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В СИСТЕМАТИКЕ
ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ: КАК И ПОЧЕМУ
ОПИСЫВАЮТСЯ НОВЫЕ ТАКСОНЫ

M.S.KULIKOVSKIY. MODERN APPROACHES TO DIATOM TAXONOMY: HOW
AND WHY NEW SPECIES ARE DESCRIBING

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок,
Ярославская обл., Россия, max-kulikovsky@yandex.ru

Начало масштабных таксономических преобразований у диатомовых водорослей относится к первой половине 90-х годов прошлого века. За это время было подготовлено описание большого числа флор диатомовых водорослей из разных регионов мира, и описано большое число новых таксонов. Однако, за эти двадцать лет таксономические исследования, в первую очередь, пениатных диатомовых водорослей не были столь обширны в России и сопредельных странах, хотя это огромный регион с разнообразными экосистемами. Наши исследования позволили выявить большое число новых таксонов на разных уровнях. Таким образом, часто в разговорах с коллегами приходится обсуждать основные подходы к описанию новых таксонов и почему это важно. Этот доклад не будет обзором современных концепций в биогеографии (что было уже сделано с коллегами ранее) или проблемы вида (что необходимо сделать, так как вся литература на иностранных языках). В докладе будут затронуты практические моменты, как идет анализ таксонов, как происходит сравнение и какие признаки важны и основные моменты для валидного описания таксонов.

Работа поддержана проектами Российского научного фонда (14-14-00555) и РФФИ 14-04-01406-а.

M.Kulikovskiy¹, A.Glushchenko^{1,2}, J.P.Kociolek^{3,4}
THE DIATOM GENUS *ORICYMBA* IN VIETNAM AND LAOS
WITH A CONSIDERATION OF ITS SYSTEMATIC PLACEMENT

¹Department of Algology, I.D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters,
Russian Academy of Sciences, Borok; Russia, max-kulikovsky@yandex.ru

²Kaluga State University, Kaluga, Russia

³Museum of Natural History and ⁴Department of Ecology and Evolutionary Biology
University of Colorado, Boulder, Colorado, USA

The genus *Oricymba* was described by Jüttner, Krammer, Cox, Van de Vijver et Tuji with *Oricymba japonica* (Reichelt) Jüttner, Cox, Krammer et Tuji (2010 = *Cymbella japonica* Reichelt in Kuntze 1898) in Jüttner et al. 2010 chosen as the generitype. This genus was described on the basis a combination of morphological features, including valve symmetry, the presence of a ridge between the valve face and the mantle, areolar structure, position and structure of the apical pore fields, and raphe path. As described by Jüttner et al. (2010), valves are slightly dorsiventral, sometimes symmetrical in outline, elliptical-lanceolate to linear-lanceolate with rounded ends. The valve face is flat, and separated from the mantle by a marginal ridge. An isolated rounded external stigma opening situated between the central nodule and the ventral striae, becomes one or two slit-like stigmal openings occluded by fine ingrowths internally. The raphe is slightly lateral with external undulate and internal straight raphe fissures. The striae are uniseriate, rarely biseriate, extending onto the mantle. The areolae open externally and internally by elongate slits and are partially occluded by dentate projections situated below of valve surface. Internally additional small peg-like projections extend from the edges of the virgae onto the vimines. Apical pore fields are present on the valve mantle only and clearly separated from the areolae. The girdle bands have one row of small pores.

Species from the genus *Oricymba* are studied from water ecosystems of Vietnam and Laos. Three species have been found in Vietnam, including *O. japonica* (Reichelt) Jüttner, Cox, Krammer et Tuji, *O. subovalis* Jüttner, Krammer et Cox and *O. perjaponica* (Krammer et Lange-Bertalot) Kulikovskiy, Glushchenko et Kociolek comb. nov. The two last species are new taxa for diatom flora of Vietnam. A new species is described from Laos, *O. voronkinae* Glushchenko, Kulikovskiy et Kociolek sp. nov., and its morphology is documented with light and scanning electron microscopy. *Oricymba*

voronkinae sp. nov. represents the first documented occurrence of the genus *Oricymba* in Laos. Our findings provide new information about the morphology and species distribution of the genus *Oricymba* in Indo-china. We discuss the systematic position of *Oricymba* within the Cymbellales.

The authors are grateful to staff of the Russian-Vietnam Tropical Centre, Coastal Branch (Nha Trang, Vietnam) for their assistance in management and sampling in Vietnam.

The work is the part of the project "Ecolan 3.2." of the Russian-Vietnam Tropical Centre.

Publication is based on research carried out with financial support by Russian Science Foundation (14-14-00555).

Jüttner I., Krammer K., Van de Vijver B., Tuji A., Simkhada B., Gurung S., Sharma S., Sharma C., Cox E.J. Oricymba (Cymbellales, Bacillariophyceae), a new cymbelloid genus and three new species from the Nepalese Himalaya // Phycologia. 2010. Vol. 49(5). P. 407–423.

О.Ю.Лихачева

**ДИАТОМЕИ РОДА *AULACOSEIRA* ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ
СИНЕУТЕСОВСКОЙ СВИТЫ ПРИМОРЬЯ (НИЖНИЙ МИОЦЕН)**

O.YU.LIKHACHEVA. *AULACOSEIRA* DIATOMS OF SINEUTESOVSKAYA SUITE
DEPOSITS (PRIMORYE, LOWER MIOCENE)

ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток,
Россия, olesyalikh@gmail.com

Отложения синеутесовской свиты распространены в Синеутесовской впадине – одной из малых кайнозойских депрессионных структур на территории юго-западного Приморья. Название впадины происходит от горы Синий утес. В географическом отношении она связана с бассейном ручья Дозорный (Хасанский район, Приморский край). Стратотип горизонта предложен Р.С. Климовой (Климова, 1981), но послынное описание стратотипа синеутесовской свиты по естественным обнажениям было сделано Б.И. Павлюткиным (Павлюткин, 2008). Выше залегает мощный покров базальтовых лав, традиционно не включаемый в состав синеутесовской свиты. Возраст этих покровов по данным радиоизотопного датирования составляет 22 ± 1.0 млн. лет (Попов и др., 2005), следовательно,

отложения синеутесовской свиты соответствуют аквитанскому ярусу.

Диатомеи данного стратиграфического уровня детально изучены в отложениях стратотипа синеутесовской свиты и скважины 44. Комплекс отложений в стратотипе характеризуется высокой частотой встречаемости древних *Aulacoseira* Thwaites с их вариантами и формами, особенно *forma curvata*. Отмечено, что эта форма присуща для всех вариантов, что является достаточным морфологическим признаком именно для отложений синеутесовской свиты. Важным стратиграфическим признаком является участие только в этом стратиграфическом диапазоне *Aulacoseira ovata* Usoltseva et Tsoy, которая характерна для нижнемиоценовых отложений возвышенности Ямато (Цой, Шастина, 1999; Usoltseva, Tsoy, 2010). Эта овальная форма древних аулакозейр была описана Ван Ландингамом (Van Landingham, 1967) как *Melosira distans* var. *ovata* Iwahashi в нижнемиоценовых отложениях штата Орегон, а позднее обнаружена и в нижнемиоценовой части диатомитов формации Bes Konak Турции (Servant-Vildary, 1986).

К верхней части отложений стратотипа синеутесовской свиты диатомовый комплекс становится беднее, а частота встречаемости створок значительно уменьшается, что связано не столько со сменой фациальной обстановки, сколько с увеличением размерности осадка. Из крупнозернистых осадков диатомеи легко вымываются. Возможно, что увеличена и скорость осадконакопления, что также влияет на обилие диатомей.

В синеутесовской флоре ее доминирующее ядро составляют виды родов *Actinella* Lewis, *Aulacoseira*, *Melosira* Agardh и *Tetracyclus* Ralfs. В массе встречается *A. praegrnulata* var. *praeislandica* f. *praeislandica*, очень часто – *Actinella brasiliensis*, *A. praegrnulata* var. *praeangustissima* f. *praeangustissima*, *A. praegrnulata* var. *praeangustissima* f. *curvata*, *A. praegrnulata* var. *praeislandica* f. *curvata*, *Melosira undulata* var. *undulata*.

В диатомовом комплексе присутствуют три вида, являющиеся диагностическими для отложений синеутесовской свиты – *Aulacoseira canadensis*, *Miosira bifaria* и *Undatodiscus tubiformis*. Нигде в вышележащих отложениях эти виды более не встречаются, что согласуется с их стратиграфическим распространением в других регионах Евразийского материка (Диатомовые ..., 2008). В виду неясных морфологических

взаимоотношений родов *Alveolophora* и *Miosira* (Usoltseva et al., 2013) в состав последнего включены представители, принятые в отечественной систематике (Диадомовые ..., 2008).

Очень близкий комплекс обнаружен в отложениях скв. 44. В нем также отмечается доминирование *A. praegrnulata* var. *praeislandica* f. *praeislandica* и курватных форм древних *Aulacoseira* группы «*prae*» и присутствие диагностических видов синеутесовской флоры диатомей (*Aulacoseira canadensis*, *Miosira bifaria*, *Undatodiscus tubiformis*).

Участие в комплексе видов теплолюбивой природы (*Actinella brasiliensis*, *Desmogonium guianense*, *Aulacoseira ovata*) свидетельствует о начавшейся после позднеолигоценового похолодания волне потепления, но еще не достигшей своего максимума. Высокая частота встречаемости планктонных форм *Aulacoseira*, *Melosira* и *Miosira* отражает озерные условия формирования отложений, а присутствие реофильных диатомей родов *Tetracyclus*, *Fragilariforma* и *Staurosira* – о значительном влиянии речного стока на озерный бассейн.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-05-31195 мол_а.

Диадомовые водоросли России и сопредельных стран. Ископаемые и современные. Том II, Вып. 5. / под. ред. Н.И. Стрельниковой, И.Б. Цой. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2008. 171 с.

Климова Р.С. Новый вид *Acer* из миоцена Северо-Восточного Приморья // Палеонтологический журнал. 1981. № 1. С. 134–138.

Павлюткин Б.И. Геология и условия формирования кайнозойских отложений континентального юга Дальнего Востока: Автореф. дис. ... докт. г.-м. наук. Владивосток, 2008. 48 с.

Попов В.К., Рассказов С.В., Чекрыжов И.Ю. и др. Калий-аргоновые датировки и геохимические характеристики кайнозойских трахибазальтов и трахиандезитов Приморья // Ежегодный семинар "Геохимия магматических пород" (ГЕОХИ РАН). Тр. научной школы "Щелочной магматизм Земли". М.: ГЕОХИ РАН, 2005. С. 133–135.

Цой И.Б., Шастина В.В. Кремнистый микропланктон неогена Японского моря (диатомеи, радиолярии). Владивосток: Дальнаука, 1999. 241 с.

Servant-Vildary S., Paichele J.C., Semelin B. Miocene lacustrine diatom from Turkey // 9-th Diatom Symp. Yaonsu. 1986. P. 165–180.

Usoltseva M., Kocielek J., Khursevich G. Three new species of *Alveolophora* (*Aulacoseiraceae*, *Bacillariophyceae*) from Miocene deposits in western North America // Phycologia. 2013. Vol. 52(1). P. 109–117.

Usoltseva M.V., Tsoy I.B. Elliptical species of the freshwater genus *Aulacoseira* in Miocene sediments from Yamato Rise (Sea of Japan) // Diatom Research. 2010.

Vol. 25(2). P. 397–415.

Van Landingham S.L. Paleoecology and microfloristics of Miocene diatomites // *Nova Hedwigia*. 1967. Beih. 26. P. 1–77.

Э.И.Лосева

**ДРЕВНИЕ МОРСКИЕ ДИАТОМЕИ В ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ
ОЗЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ БАСЕЙНА РЕКИ МОРЕЮ**

**E.I.LOSEVA. THE ANCIENT MARINE DIATOMS IN THE PLEISTOCENE LAKE
SEDIMENTS IN MOREYU RIVER BASIN**

Институт геологии Коми Научного Центра Уральского отделения РАН,
Сыктывкар, Россия, Loseva@geo.komisc.ru

Как известно, в четвертичных толщах Европейского Северо-Востока наряду с комплексами диатомей, однозначно указывающих на условия их формирования, встречаются створки диатомей, чуждые этим комплексам, переотложенные из других пород. Об этом можно было бы и не говорить, если бы не оценка их роли некоторыми исследователями, особенно геологами-производственниками, которые склонны рассматривать эти формы как указывающие на генезис и возраст вмещающих отложений (Зархидзе и др., 2010). В основном все эти чуждые диатомеи – морские, поэтому сторонники морского генезиса отложений, опираясь на этот факт, относят вмещающие их отложения к морским несмотря на то, что эти формы встречаются единично или редко, а створки имеют плохую сохранность. Прежде всего, это касается валунных суглинков (морен), но в некоторых случаях подобные морские диатомеи встречаются и в несомненно пресноводных осадках.

Очень показателен разрез в бассейне р. Морею (обн. 908). Он вскрывает толщу озерных осадков (слоистые пески, алевроиты, глины с включениями торфа) мощностью более 30 м, залегающую между двумя горизонтами валунных суглинков (морен). Диатомеи, как четвертичные пресноводные, так и древние морские, рассеяны в ней неравномерно: есть слои "пустые", есть очень насыщенные створками диатомей. В валунных суглинках встречаются только древние морские диатомеи. Состав морских водорослей по разрезу следующий (приведены прежние наименования, без указания авторов, в алфавитном порядке). Большая часть их – плохой сохранности (обломки, фрагменты створок) и до вида неопределима.

А. Нижняя морена: *Arachnoidiscus* sp., *Coscinodiscus payeri*, *C.* spp., *Epithelion* sp., *Grunowiella gemmata*, *Hemiaulus* spp., *Hyalodiscus radiatus*, *H.* spp., *Isthmia* sp., *Paralia ornata*, *P. sulcata*, *P.* spp., *Podosira wittii*, *Pyxidicula* sp., *Pyxilla gracilis*, *Stephanopyxis* spp., а также много фрагментов неопределимых центрических форм и большой набор кремневых жгутиковых водорослей. Встречен экземпляр древней пресноводной *Aulacoseira praegr anulala* f. *curvata*.

Б. Межморенная толща (по данным спорово-пыльцевого анализа – среднеплейстоценовая). Вместе с богатым (около 160 таксонов) пресноводным комплексом (Лосева, 2000) отмечены древние морские формы: *Anaulus* sp., *Arachnoidiscus* sp., *Coscinodiscus decrescens?*, *C. payeri*, *C.* spp., *Grunowiella gemmata*, *Hemiaulus* sp., *Hyalodiscus radiatus*, *H.* spp., *Isthmia* sp., *Paralia crenulata*, *P. ornata*, *P. siberica*, *P. sulcata*, *Podosira wittii*, *Pyxilla* sp., *Stephanopyxis turris*, *S.* spp., *Trinacria* sp., фрагменты неопределимых центрических форм, кремневые жгутиковые водоросли, *Aulacoseira praegr anulala* f. *curvata*. В прослоях торфа встречены лишь *Paralia sulcata* и *Hyalodiscus radiatus*.

В. Верхняя морена: *Grunowiella gemmata*, *Hyalodiscus* spp., *Isthmia* sp., *Paralia crenulata*, *P. ornata*, *P. siberica*, *P. sulcata*, *Stephanopyxis turris*, фрагменты неопределимых центрических форм, кремневые жгутиковые водоросли, *Aulacoseira praegr anulala* f. *curvata*.

Таким образом, отложения всего четвертичного разреза обн. 908, независимо от условий их образования и возраста слоев, насыщены представителями древних морских диатомей палеоген-позднемелового возраста, несомненно, переотложенных. В целом это характерно для всего европейского Северо-Востока, особенно для ледниковых отложений, нередко содержащих древние переотложенные формы. Участие этих форм, как правило, возрастает в направлении на северо-восток. Подсчитано около 75 таксонов древних диатомей в четвертичных отложениях региона (Лосева, 2014). В коренном залегании отложения верхнего мела и палеогена известны в западном Приуралье, в Большеземельской тундре (Орешкина и др., 1998), но более широкое распространение они имеют на восточном склоне Урала и в Западной Сибири; (Стрельникова, 1974).

Зархидзе Д.В., Гусев Е.А., Аникина Н.Ю. и др. Новые данные по стратиграфии плиоцен-четвертичных отложений бассейна р. Морею (Большеземельская тундра) // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. СПб.: ВНИИ Океанология. 2010. Т. 210. Вып. 7. С. 96–110.

Лосева Э.И. Извечный вопрос – ледник или море? На примере изучения разрезов в бассейне р. Морею, Большеземельская тундра // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. 2012. № 72. С. 153–162.

Лосева Э.И. Доплейстоценовые диатомеи в четвертичных отложениях Европейского Северо-Востока // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России (Мат. XVI Геологического съезда Республики Коми, 15–17 апреля 2014 г.). Сыктывкар, 2014. Том II. С. 174–176.

Орешкина Т.В., Алексеев А.С., Смирнова С.Б. Мел-палеогеновые отложения Полярного Предуралья: Биостратиграфические и палеогеографические аспекты // Урал: фундаментальные проблемы геодинамики и стратиграфии. Труды, Вып. 500.

Стрельникова Н.И. Диатомеи позднего мела (Западная Сибирь). М.: Наука, 1974. 204 с.

Э.И.Лосева

К 110-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ А.П. ЖУЗЕ

E.I.LOSEVA. TO THE 110 ANNIVERSARY FROM THE BIRTH OF A.P.JÓUSE

Институт геологии Коми Научного Центра Уральского отделения РАН,
Сыктывкар, Россия, Loseva@geo.komisc.ru

С Анастасией Пантелеймоновной я познакомилась в далеком 1964 г. Её работы были настольными книгами для любого диатомолога. Её доброжелательность, участие, готовность помочь произвели на меня такое впечатление, что в своем дневнике я записала лишь одну фразу: "Чудесная женщина!". С этого времени у нас завязалась деловая переписка. Она стала для меня главным московским консультантом в области диатомового анализа. Я показывала ей свои определения и рукописи, касающиеся диатомей, и она всегда их просматривала и высказывала свое мнение, очень для меня ценное. В первой же открытке, присланной в мае 1964 г., она детально обсуждала строение присланной ей диатомеи, сравнивала с другими формами. Другой вид она рекомендовала оставить в тексте, высказав свои сомнения, и посоветовала обратиться за консультацией к Simonsen, работающему в Киле: "*Он может подсказать лучше*". И так в каждом письме.

Я не раз была в Институте океанологии, хорошо знала её сотрудников. Бывала и у нее дома, в маленькой квартире в здании МГУ на Ленинских горах. Она иногда очень увлекательно рассказывала о своей жизни, о родственниках и корнях.

Прежде всего, наше общение было связано с подготовкой первого тома труда "Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные". А.П. Жузе входила в состав авторитетнейшей редколлегии. Первая часть этого тома включала общие сведения о диатомовых водорослях, во второй же части был дан обзор диатомовой флоры от мезозойской до современной, а число авторов достигало двух десятков. Предложили и мне принять участие в этой работе в главе "Диатомовые водоросли плейстоцена и голоцена" – по северо-востоку европейской части СССР. А.П. была куратором этой главы, поэтому, естественно, основные вопросы решались с ней. На подготовку этой работы ушло несколько лет. А.П. высказывала свои замечания, сомнения, требования, предлагая что-то переделать в тексте или добавить, заменить микрофотографии и т.д., но, в конце концов, книга вышла в 1974 г. и до сих пор является основным руководством по диатомовому анализу.

А.П. очень самокритично относилась и к себе. Так, изучая диатомовые комплексы на р. Ваге, я, естественно, обращалась к первоисточникам (работам А.П. Жузе и В.С. Порецкого по Ваге), проводила сопоставления, обращалась к А.П. с вопросами. На это она ответила: *"Я советую Вам критически отнестись к тем первым данным и взять лишь всё достоверное"*.

А вот что писала А.П. в ноябре 1970 г. о трудностях, которые связаны с подготовкой к участию в международных совещаниях. *"В Риме не было северной группы. Я пыталась организовать ее в Москве, но так как боялась слишком активно действовать, чтобы не отрезать себе путь в Bremerhaven (FRG), то ничего не получилось. Увы, на специальное диатомовое совещание, инициатором которого я была, мне не дали разрешение. Такова наша печальная действительность. Мы ничего не можем организовать, чтобы на наши плечи не обрушились непреодолимые преграды. В Bremerhaven съехалось 16 человек; совещание прошло очень успешно, и был организован комитет для будущего совещания в Лондоне в сентябре 1972 г. Меня включили в этот комитет, но положение еще более осложнится, хотя бы за счет лишних двух лет и моих сил и здоровья"*.

Как-то она пожаловалась на неустройство домашних дел (подрастал внук, требующий много внимания) и огорчалась, что мало удается работать: *"Жалко мне, конечно, так как могла бы*

еще написать задуманную книгу". А в конце письма была приписка: "Всего Вам хорошего. Советую не замыкаться в диатомеи, а брать шире – геологию, географию, природу в целом. Диатомеи часто подводят, и не они главные".

После работы над "Диатомовым анализом" мы переписывались уже гораздо реже, а встречались в основном на различных диатомовых совещаниях. Но когда я стала готовить к печати свой первый Атлас (позднеплиоценовых диатомей Прикамья), я снова обратилась к А.П. за советами и консультациями и высылала ей свои материалы, поскольку она была крупнейшим специалистом по кайнозойским диатомеям. Увы, книжка вышла уже после ее кончины.

Мне очень повезло, что я могла познакомиться и общаться с таким замечательным человеком, как Анастасия Пантелеймоновна Жузе. В моей жизни она заняла важное место, и я всегда буду вспоминать ее с теплотой и благодарностью.

А.В.Лудикова

**ПРИМЕНЕНИЕ ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА ПРИ ИЗУЧЕНИИ
АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ПРИЛАДОЖЬЯ**

A.V.LUDIKOVA. THE USE OF DIATOMS IN ARCHAEOLOGICAL STUDIES IN
LAKE LADOGA REGION

Институт озераедения РАН, Санкт-Петербург, Россия, ellerbeckia@yandex.ru

Расположение большинства известных археологических памятников каменного века в Приладожье приурочено к береговым линиям древних водоемов и водотоков, уровни и конфигурация которых неоднократно изменялись в послеледниковое время в ходе трансгрессивно-регрессивных стадий палеобассейнов Балтики и Ладожского озера. В частности, одним из важнейших событий истории региона, имеющих отношение к настоящей работе, является ладожская трансгрессия, во многом определявшая местоположение и продолжительность существования поселений древнего человека в среднем голоцене. Неоднократные перестройки гидрографической сети региона приводили к тому, что многие археологические памятники оказывались затопленными. В результате чередования трансгрессивных и регрессивных эпизодов сформировались многослойные памятники, в которых

разновременные археологические комплексы разделены толщей водных наносов.

Применение диатомового анализа при изучении археологических памятников Приладожья позволяет: 1) охарактеризовать условия формирования отложений, вмещающих культурные слои памятников и установить смену субаэральных и субаквальных условий, 2) реконструировать основные палеогидрологические события и таким образом уточнить временные и высотные пределы трансгрессивных и регрессивных этапов развития палеобассейнов.

Изучение диатомовых комплексов самих культурных слоев и подстилающих/перекрывающих их водных отложений, позволяет охарактеризовать условия формирования субстрата, на котором возник археологический памятник, уточнить стратиграфические границы слоя/слоев, соответствующих субаэральному этапу развития территории, уточнить возможность залегания находок *in situ*, реконструировать изменения условий в ходе подтопления памятника, охарактеризовать условия, в которых формировались отложения, перекрывающие культурный слой. Помимо изменений видового состава диатомовых комплексов важная информация может быть получена из данных о концентрации створок диатомей, а также степени их сохранности.

В докладе рассмотрены примеры палеореконструкций, выполненных на основе диатомового анализа для археологических памятников Комсомольское 3, Озерное 3, Усть-Рыбежна 1, Подолье 1.

Исследование частично выполнено в рамках проектов РФФИ №13-06-00548 и №15-06-05548.

А.В.Лудикова¹, Д.А.Субетто^{2,3}

ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ БЕЛОГО МОРЯ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ-ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫМ ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА

A.V.LUDIKOVA, D.A.SUBETTO. LATE PLEISTOCENE-HOLOCENE RELATIVE SEA-LEVEL CHANGE IN THE WHITE SEA INFERRED FROM FOSSIL DIATOM RECORDS IN SOLOVKY ARCHIPELAGO

¹Институт озероведения РАН, Санкт-Петербург, Россия, ellerbeckia@yandex.ru

²Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия, subetto@mail.ru

³Российский Государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

С целью изучения изменения уровня Белого моря в поздне- и послеледниковое время исследован состав диатомовых комплексов четырех озер, расположенных на разных высотных отметках на о-ве Б. Соловецкий, в прошлом входивших в состав беломорских палеобассейнов

Диатомовый анализ донных отложений озера Большого Зеленого (31 м над у.м.) показал, что в позднем плейстоцене-голоцене морские воды не проникали в котловину озера, а, следовательно, уровень моря не поднимался на данной территории до указанной отметки. На наиболее раннем этапе осадконакопление происходило в суровых природно-климатических условиях, неблагоприятных для развития диатомей. Возможно, в этот период озеро Большое Зеленое являлась частью приледникового бассейна.

В озерах Большое Корзино (17 м над у.м.), Святое (8 м над у.м.) и Исаковское (3 м над у.м.) на раннем этапе развития осадконакопление происходило в условиях морского залива, о чем свидетельствует преобладание в составе диатомовых комплексов морских и солонатоводно-морских диатомей. Изоляция и переход к озерному осадконакоплению в первых двух объектах маркируется массовым развитием обростателей *Fragilaria sensu lato*. Изоляция озера Большое Корзино произошла в среднем голоцене, озер Святого и Исаковского – в позднем голоцене (Субетто и др., 2012). Показано, что выявление изоляционных контактов по данным диатомового анализа позволяет более надежно установить начало изоляции, чем по литологическим данным.

Сопоставление кривой изменения уровня Белого моря, построенной по результатам изучения донных осадков озер Соловецкого архипелага, с существующими схемами для побережья Белого моря позволило выявить региональные различия, вероятно, обусловленные градиентом гляциоизостатического поднятия и неотектоническими движениями.

Исследование поддерживается грантом РФФИ № 13-05-01039.

Субетто Д.А., Шевченко В.П., Лудикова А.В., Кузнецов Д.Д., Сапелко Т.В., Лисицын А.П., Евзеров В.Я., Беек П., Суо М., Субетто Г.Д. Хронология изоляции озер Соловецкого архипелага и скорости современного озерного осадконакопления // Доклады Академии наук. 2012. Т. 446. № 2. С. 183–190.

Е.Г.Макеева
ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ СЕМЕЙСТВА
BACILLARIACEAE EHRENBORG
ОЗЕР ЗАПОВЕДНИКА "ХАКАССКИЙ"

E.G.MAKEEVA. DIATOMS OF THE FAMILY BACILLARIACEAE EHRENBORG
FROM THE LAKES OF THE RESERVE "KHAKASSKY"

ФГБУ Государственный заповедник "Хакасский", Абакан, Россия,
meg77@yandex.ru

Государственный природный заповедник "Хакасский" включает девять кластерных участков общей площадью 267.9 тыс. га, находящихся на территории Республики Хакасия. Исходя из природных условий, выделяют две биогеографические группы участков: степную и горно-таежную. Исследуемые озера расположены на территории пяти степных участков заповедника "Хакасский": "Подзаплоты" – озёра Лиственки 1, Лиственки 2; "Озеро Иткуль" – озера Иткуль и Спиринское; "Озеро Ши́ра" – оз. Ши́ра; "Камызякская степь с озером Улугколь" – Улугколь и Терпекколь; "Озеро Беле" – оз. Беле. Территориально водоемы принадлежат бессточным областям Чебаково-Балахтинской и Минусинской котловин Назарово-Минусинской межгорной впадины, характерной особенностью геологического строения которой является близкое залегание к поверхности осадочных верхнепалеозойских отложений, часто карбонатных и засоленных, что находит отражение в химизме поверхностных вод.

Озера степных участков заповедника "Хакасский" различны по площади (0.1-75.0 км²) и минерализации (0.67-21 г/л), показателю кислотности (7.2-10.1), большинство озер являются солоноватыми и солеными, имеют щелочную реакцию среды. Отбор проб водорослей осуществляли в период с 2006 по 2009 гг. (по 2012 г. на оз. Беле), с мая по сентябрь, выявляли видовой состав планктона, грунтов, перифитона, общее число собранных проб – 1171. Протопласт удаляли методом холодного сжигания. Препараты водорослей исследовали с помощью световых микроскопов "Альтами", "Amplival" Carl Zeiss, Jena.

Представители Bacillariaceae (16.7% от общего числа видовых и внутривидовых таксонов диатомей) наряду с семействами Naviculaceae и Cymbellaceae составляют основу диатомовой флоры озер заповедника. Семейство Bacillariaceae находится на третьем месте в общем семейственном спектре озер, а также в пресном озере Спириновское и соленых водоемах Ширы и Улугколь. Отмечена ведущая роль данного семейства в солоноватых озерах Лиственки, где оно занимает первое и второе места и в солоноватом оз. Беле. Преобладание таксонов из семейства Bacillariaceae можно объяснить широкой экологической валентностью видов данной группы, достаточно высоким содержанием биогенов в озерах, следствием высокой рекреационной нагрузки на оз. Беле. Род *Nitzschia* является ведущим в родовом спектре озер Ширы, Беле, Улугколь, Лиственки 1, Лиственки 2, Спириновское. Известно, что виды рода *Nitzschia* широко распространены и достигают наибольшего видового богатства в мезотрофных водоемах с высокими показателями рН (Куликовский и др., 2011). Некоторые авторы виды рода *Nitzschia* называют "типичными" для альгофлоры водоемов, загрязненных цинком (Саут, Уиттик, 1990), что находит подтверждение для оз. Беле, где содержание цинка достигает 0.087 мг/л.

В настоящее время в озерах степной части заповедника выявлено 46 видов, 59 видовых и внутривидовых таксонов водорослей, принадлежащих к семейству Bacillariaceae Ehrenberg: *Denticula kuetzingii* Grunow, *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow, *H. amphioxys* f. *capitata* O.Müller, *H. elongata* (Hantzsch) Grunow, *H. virgata* (Roper) Grunow, *H. virgata* var. *capitellata* Hustedt, *Nitzschia acicularis* var. *closterioides* Grunow, *N. amphibia* Grunow, *N. angularis* W.Smith, *N. bilobata* W.Smith, *N. communis* var. *abbreviata*

Grunow, *N. commutata* Grunow, *N. dissipata* (Kützing) Rabenhorst, *N. dubia* W.Smith, *N. filiformis* (W.Smith) Hustedt, *N. fonticola* Grunow, *N. frustulum* (Kützing) Grunow, *N. frustulum* var. *perpusilla* (Rabenhorst) Van Heurck, *N. frustulum* var. *subsalina* Hustedt, *N. gracilis* Hantzsch, *N. gracilis* var. *capitata* Wislouch et Poretzky, *N. gradifera* Hustedt, *N. hantzschiana* Rabenhorst, *N. heufleriana* Grunow, *N. holsatica* Hustedt, *N. hybrida* Grunow, *N. kittlii* Grunow, *N. kuetzingiana* Hilse, *N. lanceolata* W.Smith, *N. linearis* (C.Agardh) W.Smith, *N. microcephala* Grunow, *N. obtusa* W.Smith, *N. ovalis* H.J.Arnett, *N. palea* (Kützing) W.Smith, *N. palea* var. *capitata* Wislouch et Poretzky, *N. palea* var. *debilis* (Kützing) Grunow, *N. palea* var. *tenuirostris* Grunow, *N. paleacea* Grunow, *N. recta* Hantzsch, *N. scalpelliformis* Grunow, *N. sigma* (Kützing) W.Smith, *N. sigmoidea* (Nitzsch) W.Smith, *N. spectabilis* (Ehrenberg) Ralfs, *N. sublinearis* Hustedt, *N. thermalis* (Kützing) Auerswald, *N. thermalis* var. *minor* Hilse, *N. tibetana* Hustedt, *N. tryblionella* Hantzsch, *N. tryblionella* var. *ambigua* Grunow, *N. tryblionella* var. *obtusiuscula* Grunow, *N. vitrea* G.Norman, *N. vitrea* var. *subvitrea* (Hustedt) E.J.F.Wood, *Tryblionella acuminata* W.Smith, *T. angustata* W.Smith, *T. angustata* var. *acuta* (Grunow) Bukhtiyarova, *T. apiculata* W.Gregory, *T. hungarica* (Grunow) Frenguelli, *T. levidensis* W.Smith, *T. victoriae* Grunow.

Только один вид – *Nitzschia tibetana* обнаружен во всех водоемах. В пяти-семи озерах выявлены: *Tryblionella hungarica*, *T. angustata* var. *acuta*, *Nitzschia kuetzingiana*, *N. commutata*, *N. frustulum*, *N. hybrida*, *N. microcephala*.

Принадлежность к биогеографическим группам определена для 53 видовых и внутривидовых таксонов, преобладали космополиты – 64.4 %, доля бореальных таксонов составляла 22.0 %, аркто-альпийских видов два – *Nitzschia gradifera* и *N. tibetana*.

По отношению к солености воды большинство представителей диатомей относились к индифферентам – 50.8%, галофилы составляли 28.8%, мезогалобы – 18.6 %, число видов с невыясненной галобностью – 1.7%.

Широко распространены виды-алкалифилы (45.8 %). Группа индифферентов по отношению к pH составляла 22.0% от общего числа встреченных диатомей. Ацидофилы не выявлены.

Структура диатомовых комплексов изменялась в зависимости от солености озер. Характерная особенность солоноватых озер – доминирование видов родов *Nitzschia* и *Tryblionella* в бентосных сообществах и перифитоне, например, *Nitzschia communis* var.

abbreviata преобладала в оз. Спиринское; *N. obtusa* – в оз. Лиственки 2 и в оз. Шира; *N. hybrida* (оз. Шира), *N. vitrea* (оз. Лиственки 1); *N. tryblionella*, *Tryblionella levidensis* (оз. Лиственки 2); *T. hungarica* (оз. Лиственки 1, оз. Шира).

Среди интересных находок водорослей из семейства Bacillariaceae следует отметить вид *Nitzschia gradifera*, обитающий в оз. Беле, известный для других соленых озер Хакасии (Попова, 1946), Тибета (Диаомовый ..., 1950), Крыма (Неврова, Шадрин, 2005) и *N. kittlii* (в оз. Беле и оз. Улуколь), распространенный в Европе, Азии, Северной Америке, но встречающийся редко (Krammer, Lange-Bertalot, 1988), а также вид *N. bilobata*, выявленный в озерах Лиственки 1 и Улуколь, характерный для морских прибрежных экосистем.

Диаомовый анализ / Под общ. ред. А.Н. Криштофовича Т. 3. М., 1950. 398 с.

Куликовский М.С., Генкал С.И., Михеева Т.М. Новые для Беларуси виды диатомовых водорослей 2. *Nitzschia* Hassall, *Hantzschia* Grunow, и *Denticula* Kützing // Природные ресурсы. 2011. № 2. С. 68–77.

Неврова Е.Л., Шадрин Н.В. Донные диатомовые водоросли соленых озер Крыма // Морский экологичный журнал. 2005. Т. IV. № 4. С. 61–71.

Попова Т.Г. К познанию альгофлоры водоемов северной Хакасии. Ч. I. Альгофлора водоемов Ширинской (Качинской) степи // Известия Зап.-Сиб. филиала АН СССР. Сер. биол. 1946. № 1. С. 41–72.

Саут Р., Умтук А. Основы альгологии. М.: Мир, 1990. 597 с.

Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 2/2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Jena, 1988. 596 s.

Е.И.Мальцев¹, М.С.Куликовский²

**МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ
ДИАТОМОВОЙ ВОДОРОСЛИ HANTZSCHIA AMPHIOXYS
(EHRENBERG) GRUNOW В НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ**

YE.I.MALTSEV, M.S.KULIKOVSKIY. MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF
DIATOM HANTZSCHIA AMPHIOXYS (EHRENBERG) GRUNOW IN TERRESTRIAL
ECOSYSTEMS

¹Мелитопольский государственный педагогический университет им. Богдана Хмельницкого, Мелитополь, Украина, mz_@ukr.net

²Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок, Ярославская обл., Россия, max-kulikovsky@yandex.ru

Актуальность изучения распространения диатомовых водорослей связана с их широкой представленностью в большинстве биотопов планеты – они встречаются как в водных, так и наземных и воздушных местообитаниях (Round et al., 1990).

Способность к существованию в достаточно разных условиях неизбежно ведет к широкому географическому распространению отдельных видов, которые можно отнести к космополитам. Однако ряд современных исследований показал, что популяции микроорганизмов характерны лишь для определенных территорий (Chao et al., 2006; Foissner, 2006).

В последние несколько десятилетий было описано большое число новых таксонов диатомовых водорослей, в том числе в роде *Hantzschia* Grunow: 17 таксонов выделили Lange-Bertalot и др. (2003) преимущественно в пробах из Сардинии, 1 – из родников в Германии (Wegum, Lange-Bertalot, 2004) и 5 новых таксонов – из пресных водоемов в Южной Атлантике (Zidarova et al., 2010). Многие из описанных таксонов до последнего времени отождествлялись с *H. amphioxys* (Ehrenb.) Grunow. *Hantzschia amphioxys* – широко распространённый вид, который встречается как в бентосе пресных водоемов разного типа, так и на мхах и влажной почве. Данные по морфологическому и молекулярно-генетическому изучению этого таксона для понимания его биогеографии и внутривидовой структуры на столь большой территории как Украина, Россия и другие соседние страны ранее не приводились. Для изучения биогеографии, на основе морфологических и молекулярно-генетических данных был отобран ряд образцов почвы, лесной подстилки и древесной коры в разнотипных экосистемах Украины и России.

Все выделенные штаммы по размерным характеристикам и особенностям морфологии соответствовали типу (см. Jahn et al., 2014). Для створок отмечался небольшой коленчатый изгиб вентральной стороны и небольшая выпуклость дорсального края. Также для исследованных штаммов были характерны суженные, слабо головчатые концы. Была изучена изменчивость длины и ширины клеток, количество килевых точек и штрихов. В работе дается анализ полученных результатов морфологической изменчивости и молекулярно-генетических данных.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 15-34-50127-мол-нр.

Chao A., Li P.C., Agatha S., Foissner W. A statistical approach to estimate soil ciliate diversity and distribution based on data from five continents // OIKOS. 2006. № 114. P. 479–493.

Foissner W. Biogeography and Dispersal of Micro-organisms: A Review Emphasizing Protists // *Acta Protozoologica*. 2006. № 45. P. 111–136.

Jahn R., Kusber W.-H., Lange-Bertalot H. Typification and taxonomy of *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow (Bacillariophyta): type of the genus name *Hantzschia* Grunow // *Nova Hedwigia*. 2014. Beih. 143. P. 103–110.

Lange-Bertalot H., Cavacini P., Tagliaventi N., Alfinito S. Diatoms of Sardinia. Rare and 76 new species in rock pools and other ephemeral waters // *Iconographia Diatomologica*. 2003. Vol. 12. P. 1-438.

Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. Diatoms: Biology and Morphology of the Genera. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 760 p.

Werum M., Lange-Bertalot H. Diatoms in springs from Central Europe and elsewhere under the influence of hydrogeology and anthropogenic impacts // *Iconographia Diatomologica*. 2004. Vol. 13. P. 3–417.

Zidarova R., Van De Vijver B., Quesada A., De Haan M. Revision of the genus *Hantzschia* (Bacillariophyceae) on Livingston Island (South Shetland Islands, Southern Atlantic Ocean) // *Plant Ecology and Evolution*. 2010. Vol. 143. P. 318–333.

Е.Ю.Митрофанова, О.С.Сутченкова
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРосЛЕЙ ПРИ
РЕКОНСТРУКЦИИ УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В
ГЛУБОКОМ ОЛИГОТРОФНОМ ВОДОЕМЕ
ЗА ПОСЛЕДНИЕ 4000 ЛЕТ

E.YU.MITROFANOVA, O.S.SUTCHENKOVA. USE OF DIATOM ALGAE FOR ENVIRONMENT RECONSTRUCTION IN DEEP OLIGOTROPHIC RESERVOIR IN THE LAST 4000 YEARS

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия,
emit@iwep.ru

Индикаторные свойства водорослей широко используются при оценке изменений условий среды в водоемах не только в настоящее время, но и в прошедшие эпохи. Наиболее подходящим объектом для подобных исследований являются диатомовые водоросли, которые ввиду наличия кремниевого панциря хорошо сохраняются в различных палеоархивах, в том числе донных отложениях, ледниках и т.п. Для объективной оценки "индикаторного лица" альгофлоры необходимо составить процентное соотношение групп индикаторных организмов в отношении различных экологических факторов (Баринаова и др., 2006).

В работе представлены результаты исследования 1940-миллиметрового керна донных отложений оз. Телецкое с подводного хребта Софьи Лепневой. Озеро находится в горах Алтая на юге Западной Сибири на высоте 434 м над ур.м.

(максимальная глубина 323 м, средняя – 181 м), расположено в узкой горной долине (длина 78.6 км, средняя ширина 2.89 км) с объемом 41.1 км³ и площадью водного зеркала 227.3 км² (Selegei et al., 2001). На стыке широтной и меридиональной частей озера расположен подводный хребет с вершиной на глубине 91 м. Скорость осадконакопления в данном районе дна озера составляет 0.3 мм/год (Калугин и др., 2009), с учетом влажности осадка – 0.45 мм/год. Керн, разрезанный послойно с интервалом в 5 мм, вскрывает осадки возрастом около 4000 лет, т.е. каждый слой отражает примерно 11 лет жизни озера.

В исследованном керне донных отложений выявлено 194 вида (212 видов, разновидностей и форм) диатомовых водорослей. Впервые для донных отложений оз. Телецкое отмечено 64 вида (или 66 видов, разновидностей и форм) диатомей. Четверть видов, или 25.2%, были встречены нами единично, только в одном каком-то слое. Анализ состава танатоценозов показал, что преобладают обитатели дна и обрастаний (70% от видов с известной характеристикой), широко распространенные (43%) по географической приуроченности, индифферентные по отношению к солености (64%), бета-мезосапробионтные виды (37%) среди индикаторов органического загрязнения. Видов-индикаторов pH среды выявлено 161 вид (или 83% от общего числа), преобладают алкалофильные виды (34%), индифференты (30%), менее многочисленны ацидофилы (10%) и алкалобионты (9%). Для реконструкции активной реакции воды Дж. Ренбергом и Т. Хеллбергом (Renberg, Hellberg, 1982) была предложена формула, по которой вычисляется теоретическая величина pH для каждого слоя донных отложений. Данный метод был разработан для озер Швеции, нами было применено модифицированное уравнение, полученное для одного из озер Кольского Севера (Моисеенко и др., 1997), сходное с оз. Телецкое по уровню pH. Для этого было подсчитано процентное соотношение видов-индикаторов pH в общем количестве створок. В результате была получена кривая изменения pH за последние 4000 лет жизни озера.

Реконструированные значения pH для исследованного керна донных отложений оз. Телецкое изменялись в пределах 7,48-7,98 при средней величине 7.61 ± 0.004 . Линия тренда показала незначительное увеличение pH от верхних слоев керна к нижним, но все значения находились в пределах слабощелочной зоны ($7 < \text{pH} < 8,5$). При этом в керне донных отложений можно выделить

три зоны. На интервале керна 0-1280 мм рН изменялась в пределах 7.48-7.69 при среднем значении 7.58 ± 0.002 , 1285-1685 мм – 7.51-7.86 и 7.62 ± 0.45 и на 1690-1940 мм – 7.50-7.98 и 7.72 ± 0.02 , соответственно, т.е. во временном интервале от 2006 до -766 рН изменялась всего на 0.21, от -777 до -1690 – на 0.35, а в последнем временном отрезке, от -1701 до -2240 гг. – на 0.48, что может свидетельствовать о незначительном изменении условий среды по рН фактору.

Для верификации реконструированные результаты были сопоставлены с инструментальными данными по СФКМ Яйлю на оз. Телецкое за период с 1985 по 2003 гг. Диапазон изменения рН за этот период оказался в тех же пределах и также соответствовал слабощелочной среде – от 7.04 до 7.78. Среднее значение рН для временного периода 1985–2003 гг. составило 7.44 ± 0.06 и было очень близко к реконструированным значениям, особенно для верхнего отрезка керна (7.58 ± 0.002), что подтверждает правильность реконструкции значений рН.

В целом, реконструированная кривая значений рН в донных отложениях оз. Телецкое может свидетельствовать о постоянстве условий среды в озере в последние 4000 лет, так как значения рН изменялись незначительно и не выходили за рамки слабощелочной зоны.

Баранова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель Авив, 2006. 498 с.

Калугин И.А., Дарьин А.В., Бабич В.В. 3000-летняя реконструкция среднегодовых температур Алтайского региона по литолого-геохимическим индикаторам донных осадков оз. Телецкое // Доклады Академии наук. 2009. Т. 426. № 4. С. 520–522.

Моисеенко Т.И., Даувальтер В.А., Каган Л.Я. Горные озера как индикаторы загрязнения воздуха // Водные ресурсы. 1997. Т. 24. № 5. С. 600–608.

Renberg J., Hellberg T. The pH history of lakes in south-western Sweden, as calculated from the subfossil diatom flora of the sediments // AMBIO. 1982. Vol. 11. P. 30–33.

Selegei V., Dehandschutter B., Klerks J., Vysotsky A. Physical and geological environment of Lake Teletskoye // Annalen - Koninklijk Museum voor Midden-Afrika. Geologische wetenschappen. 2001. Vol. 105. P. 239-262.

Е.Л.Неврова
ТАКСОЦЕН ДИАТОМОВЫХ БЕНТОСА АКВАЛЬНОГО
КОМПЛЕКСА ЗАКАЗНИКА "МЫС ФИОЛЕНТ" (КРЫМ, ЧЕРНОЕ
МОРЕ)

E.L.NEVROVA. BENTHIC DIATOM TAXOCENE AT RESERVED AREA "CAPE
 FIOLENT" (CRIMEA, THE BLACK SEA)

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, Севастополь,
 Республика Крым, Россия, el_nevrova@mail.ru

Впервые проведены исследования видового состава донных диатомовых в районе аквального комплекса заказника "Мыс Фиолент" на рыхлом субстрате на глубине 1.5-12 м. Всего обнаружено 291 вид и ввт, принадлежащих к 282 видам, 68 родам, 32 семействам, 19 порядкам, 3 классам отдела Bacillariophyta (Неврова, 2015). Из общего количества найденных у побережья м. Фиолент видов диатомовых 68 – из числа новых для флоры Черного моря, и 3 вида из числа описанных ранее как новые для науки *Lyrella abruptapontica* Nevrova, Witkowski, Kulikovskiy et Lange-Bert., *Navicula parapontica* Witkowski, Kulikovskiy, Nevrova et Lange-Bert. и *N. petrovii* Nevrova, Witkowski, Kociolek et Lange-Bertalot. Также обнаружены представители 3 родов из числа отмеченных ранее как новые для черноморской флоры: *Amicula* (Witkowski) Witkowski 2000, *Chamaepinnularia* Lange-Bert. et Krammer 1996, *Cocconeopsis* Witkowski, Lange-Bert. et Metzeltin 2000 (Witkowski et al., 2000). Отмечены также 4 вида, не обнаруживаемые в Черном море на протяжении последних 50 (*Navicula glabriuscula* var. *elipsoidales*) и 100 лет исследований (*Navicula petrovii* = Syn. *N. scabriuscula*, *Toxonidea insignis* и *Pinnularia trevellyana*).

Наиболее широко представлены роды *Navicula* (41 вид и ввт), *Amphora* (30), *Nitzschia* (29), *Fallacia* (20), *Cocconeis* (17), *Diploneis* (16). Наименьшее видовое богатство выявлено у порядков Anaulales, Thalassionematales, Raphoneidales и Rhopalodiales, где обнаружено лишь по одному представителю. К массовым видам со встречаемостью от 100 до 50% в данном районе относятся *Amphora helenensis*, *Navicula parapontica*, *A. exilitata*, *Cocconeis pseudocostata*, *Grammatophora marina*, *N. cancellata*, *N. perminuta*, *A. marina*, *Caloneis liber*, *Halamphora coffeaeformis*, *Hyalosira delicatula*, *N. salinicola*, *Nitzschia* cf. *coarctata*, *Tabularia tabulata*, *Amicula specululum*, *A. tenerrima*, *C. euglypta*, *C. guttata*, *Diploneis bombus*, *D. smithii*, *Nitzschia dissipata*, *Planothidium delicatulum*, *Pleurosigma angulatum*.

Таксоцен диатомовых в акватории заказника м. Фиолент, практически не подверженной антропогенному загрязнению, отличается высокими показателями видового богатства. Оценка таксономического разнообразия, проведенная с помощью индекса таксономической отличительности TaxDI (Warwick, Clarke 1998; 2001), показала, что структура древа таксоцена диатомовых характеризуется формированием ветвей различного видового насыщения и разной иерархической подчиненности, с преобладанием поливидовых таксонов, замыкающихся на общий родовой уровень. Показатели индекса TaxDI ($\Delta^+ = 76.71$; $\Lambda^+ = 361.52$), выходящие за пределы 95% вероятностного контура, свидетельствуют о низкой выровненности и высокой вариабельности структуры таксоцена донных диатомовых акватории м. Фиолент.

Неврова Е.Л. *Донные диатомовые водоросли (Bacillariophyta) Черного моря: разнообразие и структура таксоценов различных биотопов* : Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 2015. 25 с.

Warwick R.M., Clarke K.R. Taxonomic distinctness and environmental assessment // Journal of Applied Ecology. 1998. Vol. 35. P. 532–543.

Warwick R.M., Clarke K.R. Practical measures of marine biodiversity based on relatedness of species // Oceanography and Marine Biology: an annual review. 2001. Vol. 39. P. 207–231.

Witkowski A., Lange-Bertalot H., Metzeltin D. Diatom flora of Marine coast 1. // Iconographia Diatomologica. 2000. Vol. 7. 926 p.

Е.Н.Никитина

К РЕВИЗИИ ГРУППЫ ВИДОВ *TRINACRIA* И *TRICERATIUM* (S.L.).

E.N.NIKITINA. ABOUT REVISION THE GROUP OF SPECIES *TRINACRIA-TRICERATIUM* (S.L.).

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,
e.n.nikitina@yandex.ru

История изучения диатомовой флоры насчитывает более 300 лет. В палеогене наибольшего расцвета достигла биддульфиоидная и косцинодискоидная группы диатомовых водорослей. Группа *Trinacria-Triceratium* s.l., относящаяся к биддульфиоидным диатомеям, насчитывает около 500 видов. С введением в практику исследований метода сканирующей

электронной микроскопии состав и объём группы постоянно подвергаются ревизии. Выделены или описаны в качестве новых родов *Sheshukovia* (Gleser) Fenner (1994), *Medlinia* Sims (1998), *Lisitzinia* Jousé (1978). Основными отличительными признаками для выделения новых родов послужили соединительные структуры на поверхности створки (выросты на углах створки, соединительные механизмы в центре створки, ложные глазки). Поскольку виды этой группы в основном колониальные формы, то соединительные структуры являются важным критерием рода.

В 1975 г. З.И. Глезер предприняла ревизию рода *Triceratium* (s.l.) и описала новый род *Sheshukovia* Gleser с типовым видом *Triceratium kolbei* var. *uralense* Jousé. К сожалению, описание было признано не валидным, поскольку Глезер взяла за тип рода разновидность *Sheshukovia kolbei* var. *uralense* (Jousé) Gleser. Поэтому Fenner (1994) делает новое описание рода и устанавливает типовой вид рода – *Sheshukovia flos* (Ehrenberg) Fenner, comb. nov. Для рода *Sheshukovia* характерна треугольная форма створок, наличие ложных глазков на углах створок. На внутренней стороне створки иногда могут присутствовать псевдосепты, борозды или внутренние перегородки. Пороидные ареолы с крибрумом, встречаются простые поры. Двугубые выросты располагаются в центральной части створки.

Позднее ревизию этой группы провела Sims (1998) на основании изучения створок 10 видов и описала новый род *Medlinia*, для которого характерны: плоские створки (без выростов), наличие борозд, отделяющих центр створки. Клетки соединяются в плотные цепочки посредством соединительных структур в виде небольших выростов, расположенных на углах или в центральной части створки. Ареолы пороидные и закрыты крибрумом, двугубые выросты расположены или в центральной части створки или ближе к углам. Часть видов *Sheshukovia* оказались отнесенными к роду *Medlinia*.

Главное отличие этих двух родов – соединительные механизмы на поверхности створки. Для рода *Sheshukovia* – это ложные глазки на углах створки, для рода *Medlinia* – соединительные структуры на концах створки и/или в центре. В настоящее время встал вопрос об уточнении данных критериев, поскольку в ходе работы были встречены формы, которые имеют признаки сразу двух родов:

1) Формы с соединительными механизмами и ложными глазками на концах створки и отсутствием соединительных структур в центре створки. Такие формы следует относить к роду *Sheshukovia* на основании того, что ложный глазок является признаком рода *Sheshukovia* и поэтому, несмотря на соединительный механизм, считать такой вид относящимся к роду *Sheshukovia*.

2) Формы без выростов или соединительных структур на створке, без ложных глазков, однако створки перфорированы ареолами по всей поверхности. Такие виды можно рассматривать в объеме рода *Sheshukovia*.

3) Створки с ложными глазками на концах створки, но с соединительными структурами в центре. Такие виды также можно рассматривать в объеме рода *Sheshukovia*. Соединительные структуры в центре створки являются вариабельным признаком, поскольку у разных створок выполняют разную функцию. Основная функция – способствовать более плотному механическому соединению клеток (как у видов рода *Medlinia*). У некоторых видов рода *Sheshukovia* меняется структура центра створки и образуются формы, похожие на соединительные структуры рода *Medlinia*. Однако они не способствуют механическому соединению клеток, а лишь являются отпечатком соседней клетки вследствие более плотного прилегания створок соседних клеток друг к другу.

Глезер З.И. К ревизии рода *Triceratium* Ehr. Ssensu Hustedt, 1930 (Bacillariophyta) // Ботанический журнал. 1975. Т. 60. №9. С. 1304–1310.

Диатомовый анализ. Определитель современных и ископаемых диатомовых водорослей. Кн. 2. / Под ред. А.И. Прошкиной-Лавренко. Л., 1949. 238 с.

Жузе А.П. Новый ископаемый род диатомей *Lisitzinia* (Bacillariophyta) // Морская микропалеонтология. М.: Наука, 1978. С. 47–48.

Fenner J. Diatoms of the Fur Formation, their taxonomy and biostratigraphic interpretation. – Results from the Harre borehole, Denmark // Aachus Geoscience. 1994. Vol. 1. P. 99–163.

Sims P.A. The early history of the Biddulphiales. I. The genus *Medlinia* gen. nov. // Diatom Research. 1998. Vol. 13(2). P. 337–374.

Т.В.Никулина¹, А.П.Куклин²
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ
Р. ГАЗИМУР – КРУПНЕЙШЕГО ПРИТОКА Р. АРГУНЬ (БАСС. Р.
АМУР)

T.V.NIKULINA, A.P.KUKLIN. BIODIVERSITY OF DIATOM ALGAE OF GAZIMUR RIVER – THE BIGGEST TRIBUTUARIES OF ARGUN RIVER (AMUR RIVER BASIN)

¹Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, Россия,
nikulina@biosoil.ru

²Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия,
kap0@mail.ru

Цель исследования – выявить видовое разнообразие диатомовых водорослей и комплексы доминирующих видов в альгосообществах р. Газимур, провести эколого-географический анализ выявленной диатомовой флоры.

Река Аргунь (правая составляющая р. Амур) имеет 200 притоков, из которых крупнейшим является Газимур, впадающий слева. Его длина 592 км, площадь водосбора 12100 км². Р. Газимур берёт начало на северо-западе Нерчинского хребта, течёт большей частью между Борщовочным и Газимурским хребтами в направлении с юго-запада на северо-восток. Особенности водотока в верхнем течении являются многорукавность русла и в целом равнинный характер. В средней части происходит постепенное сужение долины реки, а в нижней – Газимур становится полноводной рекой с быстрым течением, протекающей в узкой долине (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1966).

Первые сведения о бентосных диатомеях бассейна р. Аргунь приведены более 75 лет назад, в статье Б.В. Скворцова (Skvortzow, 1938). С конца прошлого века и до настоящего времени проводятся последовательные работы по изучению водорослей фитопланктона р. Аргунь и искусственных водоемов, наполняемых ее водами (Морозова, Оглы, 1985; Оглы, 1998, 2011; Оглы, Качаева, 1999 и др.). Целостные исследования диатомовой флоры водотоков бассейна р. Аргунь до настоящего времени не проводились.

Материалом для нашей работы послужили сборы водорослей перифитона в верхнем (выше устья р. Аленуй), среднем (выше с. Курлея) и нижнем течении р. Газимур, проведенные в июле 2006 г. Альгологический материал отбирали, обрабатывали,

фиксируют и идентифицируют согласно общепринятым методикам (Вассер и др., 1989).

Флора диатомовых водорослей р. Газимур представлена 96 видами (104 таксонами внутривидового ранга, учитывая номенклатурный тип вида) водорослей из 3 классов, 12 порядков, 23 семейств и 43 родов. В систематической структуре альгофлоры наибольшее количество видов, разновидностей и форм содержат: класс Bacillariophyceae – 86 (82.7% от общего числа найденных водорослей), семейства Cymbellaceae и Bacillariaceae – по 10, Naviculaceae – 11 и Gomphonemataceae – по 15 и роды *Navicula* – 8, *Nitzschia* – 9 и *Gomphonema* – 12.

Обследованные участки р. Газимур имеют высокую степень сходства видового состава водорослей, однако различаются по структуре доминирующих комплексов. В верхнем течении в альгосообществах преобладают *Gomphonema truncatum* Ehrenberg и *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow, в среднем течении – доминирует *Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bertalot в сочетании с субдоминантом *Navicula radiosa* Kützing, в нижнем течении к числу доминантов относятся *C. placentula* var. *euglypta*, *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson и *E. adnata* var. *porcellus* (Kützing) R.Ross.

При эколого-географическом анализе диатомовой флоры р. Газимур выявлено, что сведения о приуроченности водорослей к местообитанию известны для 98.1% от общего числа видов, разновидностей и форм, отмеченных для исследованного района. Большинство диатомовых водорослей альгофлоры относится к обитателям бентоса, их доля составляет 80.8%. По отношению к солёности самые многочисленные группы: водоросли, индифферентные к изменению солёности – 69.2% и галофобы – 10.6% от общего числа таксонов. В группе по отношению к pH среды преобладают алкалофильные виды (51.9%) и индифферентные к изменениям активной реакции среды (20.2%). Географическое распространение известно для 82.3% внутривидовых таксонов от общего их числа. Доли широко распространенных или космополитных видов – 61.5%, бореальных – 17.3% и аркто-альпийских – 13.5%. Показателями степени сапробности воды являются 90.4% от общего числа таксонов диатомовой флоры. Наиболее представлены бетамезосапробионты – 36.5% и олигосапробионты, которых отмечено 33.7%.

Оценка качества вод р. Газимур методом Пантле-Бука в модификации Сладечека (Sládeček, 1986) показала, что в летний период 2006 г. значения индексов сапробности (S) изменялись от 1.26 до 1.35. Соответственно полученным значениям S, воды обследованного водотока принадлежат к олигосапробной зоне, что соответствует II классу чистоты и классифицируются как чистые воды.

Для альгофлоры Верхнеамурского бассейна впервые указаны: *Cymbella hustedtii* Krasske, *C. subaspera* Krammer, *C. subcistula* Krammer, *Placoneis placentula* (Ehrenberg) Heinzerling, *Gomphonema pseudoaugur* Lange-Bertalot, *Navicula digitoradiata* (Gregory) Ralfs, *Amphora libyca* Ehrenberg, *Nitzschia commutatoides* Lange-Bertalot, *N. dissipata* var. *media* (Hantzsch) Grunow, *Campylodiscus hibernicus* Ehrenberg.

Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П., Паламарь-Мордвинцева Г.М., Ветрова З.И. и др. Водоросли. Справочник. Киев: Наукова думка, 1989. 608 с.

Морозова Т.Н., Оглы З.П. Структура фитопланктона // Эвтрофирование малых водохранилищ. Новосибирск: Наука, 1985. С. 70–83.

Оглы З.П. Фитопланктон р. Аргунь // Проблемы сохранения биоразнообразия Прибайкалья: Материалы конф. Новосибирск: Наука, 1998. С.103–104.

Оглы З.П. Фитопланктон разнотипных водных экосистем Восточного Забайкалья. Чита: ЗабГУ, 2011. 162 с.

Оглы З.П., Качаева М.И. Биоразнообразие водных экосистем Забайкалья. Каталог водорослей Верхнеамурского бассейна. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. 91 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Дальний Восток. Верхний и средний Амур (от истоков до с. Помпеевка). Т. 18. Вып. 1. Л: Гидрометиздат, 1966. 487 с.

Skvortzow B.W. Diatoms from Argun River, Hsing-An-Pei Province, Manchoukuo // Philippine Journal of Science. 1938. Vol. 66(1). P. 43–74.

Sládeček V. Diatoms as indicators of organic pollution // Acta Hydrochimica et Hydrobiologica. 1986. Vol. 14(5). P. 555–566.

Т.П.Ниятбеков
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ
(BACILLARIOPHYTA) ПАМИРА

T.P.NIYATBEKOV. ECOLOGICAL GROUPS OF THE DIATOMS
 (BACILLARIOPHYTA) OF PAMIR

Институт ботаники, физиологии растений и генетики АН РТ, Душанбе,
 Таджикистан, tohir-73@mail.ru

Памир – одно из величайших нагорий Земного шара, занимает немного меньше половины (45.21%) территории Таджикистана. На

Памире все "самое, самое": самая высокая гора – пик Исмаила Самани (Коммунизма) 7495 м; самое высокогорное солёное озеро Каракуль; самое пресное озеро Сарез; самое большое оледенение, с самым большим долинным ледником Федченко (около 70 км); самая большая сеть минеральных вод, состоящая из различных (холодных, теплых и горячих) источников и самая редкая совокупность растительных и животных сообществ.

Изучение экологической структуры имеет первостепенное значение для понимания особенностей альгофлоры Памира. Эколого-географическая характеристика диатомей изучена, главным образом, по литературным данным (Забелина и др., 1951; Глезер и др., 1974; Бухтиярова, 1999; Экология фитопланктона..., 1999; Баринаова и др., 2000, 2006). В альгофлоре Памира выявлены таксоны, относящиеся к определенным местообитаниям, к разным группам гало- и сапробионтов, а также представлена их географическая характеристика.

Диатомеи характеризуются более высокой встречаемостью. К настоящему времени (Ниятбеков, 2014), для водоёмов Памира известно около 311 видов (460 разновидностей и форм) диатомовых водорослей (Bacillariophyta), относящихся к двум классам, трём порядкам, девяти семействам и 39 родам. Среди них, 208 видов (308 таксонов) относятся к бентосным, 44 (54) – планктонно-бентосным, 19 (25) – планктонным, 2 (2) – эпифитам и 38 видов (71) – малоизученным.

По отношению к солёности воды диатомовые водоросли, обнаруженные нами в различных водоемах Памира, представлены следующим образом: олигогалобы (*oh*) – 3 вида (5 разновидностей и форм), индифференты (*l*) – 211 (287), галофобы (*hb*) – 23 (27) и галофилы (*hl*) – 30 (50), что составляет 80.21% от общего числа диатомовых водорослей исследуемых водоемов.

311 видов (460 разновидностей и форм) диатомовых водорослей водоемов Памира согласно зонам самоочищения по Пантле-Буку в модификации Сладечека с индивидуальными индексами каждой из групп сапробионтов распределяются по следующим группам: α -ксеносапробионты – 17 (22), α -ксено-олигосапробионты – 10 (13), α -олиго-ксено-сапробионты – 7 (13), α - β -ксено-бетамезосапробионты – 6 (14), α -олигосапробионты – 44 (54), α - β -олиго-бетамезосапробионты – 18 (26), β - α -бета-олигосапробионты – 9 (11), α - α -олиго-альфамезосапробионты – 9 (11), β -бетамезосапробионты – 20

(30), β - α - бета-альфамезосапробионты – 3 (6) и α - β - альфа-бетамезосапробионты – 7 (8).

По географической принадлежности основу альгофлоры водоемов Памира составляют космополиты – 181 вид (252 таксона видового и внутривидового ранга), бореальные виды – 47 (81), аркто-альпийские – 26 (30), голарктические и палеотропический – 7 (8) и видов, с невыясненной географической принадлежностью, оказалось 50 (89).

Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. М.: ВНИИ природы, 2000. 150 с.

Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.

Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П., Палмарь-Мордвинцева Г.М. и др. Водоросли. Справочник. Киев: Наукова думка, 1989. 608 с.

Глезер З.И., Макарова И.В, Моисеева А.И., Николаев В.А. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Спб.: Наука, 1992. 125 с.

Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. М.: Советская наука, 1951. 619 с.

Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод. Л.: Наука, 1974а. 60 с.

Макрушин А.В. Библиографический указатель по теме: "Биологический анализ качества вод" с приложением списка организмов-индикаторов загрязнения. Л.: Наука, 1974б. 52 с.

Ниятбеков Т.П. Экологическая характеристика диатомовых (Bacillariophyta) водорослей Памира // Известия АН РТ. Отд. биол. и мед. наук. 2014. № 3(187). С. 7–12.

С.Б.Нурашов¹, Э.С.Саметова¹, С.А.Абиев²
ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ОЗЕРА БОЛЬШОЕ ЧЕБАЧЬЕ
 S.B.NURASHOV, E.S.SAMETOVA, S.A.ABIEV. DIATOMS ALGAE IN THE LAKE
 BOLSHOYE CHEBACHIYE

¹РГП Институт ботаники и фитоинтродукции КН МОН, Алматы, Республика Казахстан, nurashs@mail.ru

²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Республика Казахстан

В связи с интенсивным антропогенным эвтрофированием озерных экосистем "Боровое" происходит ускоренное заиление дна водоемов, ухудшается качество воды, озера становятся малопригодными для рекреационных, охото-рыбоводческих и других хозяйственно-полезных целей. Резкое усиление рекреационной нагрузки, особенно в зонах массового отдыха людей, приводит к увеличению поступления в водоемы

разнообразных органических отходов, что значительно превышает способность водных экосистем к самоочищению. Это, в свою очередь, способствует бурному росту многих вредных токсичных микроводорослей и макрофитов. Оседая на дне водоема, они ускоряют процессы анаэробного гниения, создают условия бурному росту бентосных организмов – микро- и макроводорослей и высших водных макрофитов, что является первопричиной заиления и "цветения" воды.

Озеро Большое Чебачье – крупнейшее из озёр Государственного национального природного парка "Бурабай" в Северном Казахстане. Озеро расположено в 2 км к западу от поселка Боровое. Площадь водной поверхности около 23 кв. км. Средняя глубина озера 11.1 м, максимальная – 33.3 м. На озере имеется ряд небольших островков. Озеро бессточное. Вода используется для питьевых целей, водопоя скота и хозяйственных различных нужд посёлка Бурабай.

Целью настоящей работы являлось определение видового состава альгофлоры и высших водных растений озерных систем, в том числе, возбудителей "цветения" и заиления водоемов в зонах массового отдыха людей; изучение биологии, экологических особенностей и условий для массового развития и распространения этих видов.

Многие исследователи обследовали водоемы Северного Казахстана. Для территории заповедника в Акмолинской (Кокчетавской) области Н.Н. Воронихин приводит систематический список водорослей, обнаруженных в различных водоемах государственного заповедника "Боровое" (Воронихин, 1947, 1951).

Под руководством Н.Н. Воронихина были изучены зигнемовые водоросли водоемов заповедника "Боровое". Позже результаты этих работ были отражены в диссертации Л.А. Красноперовой "Зигнемовые водоросли Казахстана", которая изучила водоемы из 15 областей Казахстана. Она обнаружила 103 вида зигнемовых водорослей, из них, 2 вида и 3 формы – новые, предложены 4 новых комбинации в таксономическом ранге формы, 50 видов впервые отмечены для Казахстана, из них, 21 – для СССР (Воронихин, Красноперова, 1970).

В 1984–1986 гг. А.Ж. Исмагуловой был изучен видовой состав зеленых водорослей, их распределение в водоемах различного типа и распространение на территории Кокчетавской области Северного Казахстана. В результате этих исследований ею было

обнаружено 380 видов, 47 разновидностей и 9 форм (Исмагулова, 1987, 1989).

Харовые водоросли этого озера были изучены Б.Ф. Свириденко. Им обнаружен 1 вид нителлы (*Nitella flexilis* (L.) Ag.), 1 вид нителлопсис (*Nitellopsis obtusa* (Desv. in Lois.) Gr.) и 6 видов хары (*Chara altaica* A.Br. emend. Hollerb., *C. aspera* Deth. ex Willd., *C. contraria* A.Br., *C. fragilis* Desv., *C. kirghisorum* Lessing emend Hollerb., *C. tomentosa* L.) (Свириденко, 2000).

Материалом для данной работы послужили результаты исследований, проводившиеся на озере Большое Чебачье в 2012–2014 гг. Сбор материала проводили по общепринятой методике, планктонной сеткой № 76, зимой использовали бур и батометр, фиксировали пробы 4% формалином. При сборе материала отмечали место и характер сбора (планктон, бентос, обрастания), прозрачность, рН, температуры воды, скорость течения, глубину водоема и т.д. Отбор проб, их камеральную обработку и определение материала проводили по общепринятой методике в альгологии и гидробиологии (Забелина и др., 1951; Диатомовые ..., 1974; Kalbe, 1980; Round et al., 1990).

При изучении альгофлоры озера Большое Чебачье в летний, осенний и зимний периоды для выяснения видового состава и закономерностей распределения водорослей нами было собрано более 200 проб (планктон, бентос и обрастания). Во всех местах, где проводили сбор материала, обнаружено наличие высших водных растений и харовых водорослей, в некоторых местах отмечено их массовое развитие.

В результате исследования, в 2012–2014 гг. было выявлено 146 видов и разновидностей водорослей: из отдела диатомовых – 117, зеленых – 11, синезеленых – 10, эвгленовых – 2, динофитовых – 3 и харовых – 3.

Основу альгофлоры данного водоема создают диатомовые водоросли, представленные 117 видами из 29 родов, 21 семейства, 12 порядков и 3 классов. Большинство видов относится к родам *Navicula* (18), *Epithemia* (10), *Nitzschia* (8), *Gomphonema* (7), *Surirella* (6), *Pinnularia* (5), *Cymbella* (5) и *Synedra* (5). Часто встречались виды: *Rhoicosphemia curvata* (Kütz.) Grun., *Cymbella ventricosa* Kütz., *Gomphonema acuminatum* Ehr., *G. constrictum* Ehr., *G. olivaceum* (Lyngb.) Kütz., *Cocconeis placentula* Ehr., *Caloneis sillicula* (Ehr.) Cl., *Navicula cuspidata* Kütz., *N. bacillum* Ehr., *N. cryptocephala* Kütz., *N. radiosa* Kütz., *Gyrosigma spenceri*

(W.Sm.) Cl., *Amphora ovalis* Kütz., *Nitzschia hungarica* Grun., *N. tryblionella* Hantzsch, *N. sigma* (Kütz.) W.Sm., *N. sigmoidea* (Ehr.) W.Sm., *Epithemia zebra* (Ehr.) Kütz., *Rhopalodia gibba* (Ehr.) O.Müll., *Surirella ovalis* Bréb., *Cymatopleura solea* (Bréb.) W.Sm. Такие виды как: *Amphiprora alata* Kütz., *A. paludosa* W.Sm., *Fragilaria leptostauron* (Ehr.) Hust., *Mastogloia grevillei* W.Sm., *Rhopalodia parallela* (Grun.) O.Müll., *Navicula binodis* Ehr., *Campylodiscus clypeus* Ehr. и *C. noricus* Ehr. редко встречались в исследуемом материале.

В озере Большое Чебачье в теплый период года было отмечено "цветение" воды синезелеными водорослями; доминирующим был вид *Anabaena flos-aquae* Bréb. ex Born. et Flah. (этот вид вызывает "цветение" воды и выделяет токсины). Также на камнях обнаружены слизистые желто-коричневые обрастания диатомовых водорослей, таких как *Gomphonema* и *Synedra*.

Воронихин Н.Н. К флоре водорослей Казахской ССР // Вестник АН КазССР. 1947. Т. 30. № 9. С. 70–73.

Воронихин Н.Н. О некоторых водорослях Боровского заповедника // Труды Всесоюзного гидробиол. о-ва. 1951. Т.3. С. 5–52.

Воронихин Н.Н., Красноперова Л.А. Зигнемовые водоросли Боровского заповедника (Кокчетавская обл.) // Новости систематики низших растений. 1970. Т. 7. С. 46–63.

Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. Т. 1. Л., 1974. 404 с.

Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. М.: Советская наука, 1951. 619 с.

Исмагулова А.Ж. Зеленые водоросли водоемов заповедника "Боровое" (Каз. ССРП) // Тез. докл. I Всесоюз. конф. альгологов. Черкассы, 1987. С. 65–66.

Исмагулова А.Ж. Зеленые водоросли водоемов Кокчетавской области // Ботанические материалы гербария института ботаники АН Каз.ССР. Алма-Ата, 1989. С. 119–133.

Красноперова Л.А. Зигнемовые водоросли Казахстана. (Chlorophyta: Zygnetatales): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1971. 23 с.

Свириденко Б.Ф. Флора и растительность водоемов Северного Казахстана. Омск. Изд. ОГПУ, 2000. 196 с.

Kalbe L. Kieselalgen in Binnengewässern. Diatomeen. Wittenberg Lutherstadt, 1980. 206 s.

Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. The Diatoms. Biology and Morphology of the Genera. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 747 p.

М.С.Обрезкова, С.А.Горбаренко, А.А.Босин
ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ В ПОЗДНЕМ
ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ (НА ОСНОВЕ ДИАТОМОВОГО
АНАЛИЗА)

M.S.OBREZKOVA, S.A.GORBARENKO, A.A.BOSIN. THE SURFACE WATER ENVIRONMENT CHANGES OF THE WESTERN BERING SEA DURING LAST GLACIATION-DEGLACIATION-HOLOCENE

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
Владивосток, Россия, obrezkova@poi.dvo.ru

К настоящему времени палеоокеанология Берингова моря и северо-западной части Тихого океана, а также изменения климата региона в прошлом изучены слабее, чем в других окраинных морях и океанах. Для получения новых знаний по изменениям среды и климата необходимы высокоразрешающие записи вариаций условий поверхностных вод, их продуктивности, состояния морских льдов, изученные по датированным кернам из районов с высокой скоростью седиментации.

Колонка донных осадков LV-63-13-1 длиной 500 см была отобрана в западной части Берингова моря на глубине 1946 м в ходе 63 рейса НИС "Академик Лаврентьев" в рамках соглашения о сотрудничестве между ТОИ ДВО РАН и Первым Институтом океанографии КНР.

Возрастная модель колонки была основана на: радиоуглеродных датировках, корреляции измеренной палеоинтенсивности магнитного поля Земли с аналогичными событиями в датированных кернах северного и южного полушарий (Laj et al., 2002; McMillan et al., 2006), корреляции пиков индексов продуктивности с Дансгор-Ошгер интерстадиалами на кривой $\delta^{18}\text{O}$ льда керна Гренландии (North GRIP members, 2004).

Изучение количественного распределения диатомей по колонке, таксономического состава, экологической структуры диатомовых комплексов, а также данные по литологии и содержанию хлорина показали определенные изменения в характеристиках поверхностных вод в течение последнего оледенения и голоцена. Содержание диатомей было высоким (до 5 млн. экз./г) в течение потепления Бёллинг-Аллерёд (B-Al) и достигло своего максимума в голоцене (до 13 млн. экз./г). Эти периоды характеризуются повышенной продуктивностью

поверхностных вод в результате более продолжительного вегетационного периода и незначительного влияния морского льда. Похолодания (событие Хайнриха 1 и поздний Дриас) характеризуются резким спадом содержания диатомей. Эти данные хорошо коррелируют с такими показателями продуктивности морских вод как b^* и содержанием хлорина. Высокое содержание *P. sulcata* в течение позднего Дриаса (индикатора распресненных вод) было вызвано повышенным таянием льда и распреснением поверхностных вод в течение теплого периода B-Al. В начале голоцена отмечено резкое увеличение содержания *N. seminae*, что свидетельствует об усилении влияния вод Северной Пацифики, совпавшее с открытием Берингова пролива и общим изменением циркуляции поверхностных вод.

Работа проводилась при финансовой поддержке ДВО РАН (проекты №14-ННС-002, №15-I-1-005, №15-II-1-025).

Laj C., Kissel C., Mazaud A., Michel E., Muscheler R., Beer J. Geomagnetic field intensity, North Atlantic Deep Water circulation and atmospheric $\Delta^{14}C$ during the last 50 kyr // *Earth and Planetary Science Letters*. 2002. Vol. 200(1). P. 177–190.

McMillan D.G., Constable C.G. Limitations in correlation of regional relative geomagnetic paleointensity // *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 2006. Vol. 7(9). 12 p.

North GRIP (Greenland Ice Core Project Members). High resolution climate record of the Northern Hemisphere reaching into the last interglacial period // *Nature*. 2004. Vol. 431. P. 147–151.

А.П.Ольштынская¹, А.В.Мельник²

**РАСЧЛЕНЕНИЕ И КОРРЕЛЯЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕГО
САРМАТА ЧЕРНОМОРСКОЙ ВПАДИНЫ ПО ДИАТОМОВЫМ
ВОДРОСЛЯМ**

A.OLSHTYNSKA, O.MELNYK. DISSECTION AND CORRELATION SEDIMENTS
MIDDLE SARMATIAN IN BLACK SEA BASIN BY DIATOMS

¹Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, ol-lesia@mail.ru

²Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина,
alex-melnyk@mail.ru

Геологическая история сарматского бассейна в пределах Восточного и Центрального Паратетиса была различной. В раннем сармате связь этих акваторий с Мировым океаном была утрачена. В среднем сармате Восточный и Центральный

Паратетис соединялся с Дакийским бассейном, который в свою очередь был связан с Паннонским через Транскарпатский пролив. Тектонические и палеогеографические условия способствовали обособленному развитию среднесарматского бассейна.

Несмотря на большое внимание исследователей к этой части неогена, существуют различные взгляды на стратиграфическое положение и объем среднего сармата, которые отражены в региональных стратиграфических схемах. Среднесарматские отложения содержат многочисленные остатки диатомовых водорослей, их комплексы характеризуются большим таксономическим разнообразием и имеют высокий биостратиграфический потенциал. По данным Д.Н. Темнисковой-Топаловой в бессарабских отложениях Восточного Паратетиса известно 575 видов и разновидностей диатомовых из 65 родов. Для бессарабского региоподъяруса в зональной диатомовой схеме Болгарии установлена акроподзона *Achnanthes baldjickii* var. *podolica* (Темнискова-Топалова, 1994), с характерной ассоциацией видов, которая хорошо прослеживается и в других регионах: на Крымском и Керченском полуостровах, в донных осадках Черного моря, в Закарпатье, в Молдове (Козыренко, 1959; Макарова, 1960; Макарова, Козыренко, 1966). В тоже время видовой состав комплексов этих районов имеет существенные различия, что представляет интерес для палеогеографических реконструкций сарматских бассейнов.

Анализ диатомовых водорослей из неогеновых отложений северо-западного шельфа Черного моря (скважины Архангельская 1 и Сельского 43) позволил выделить в толще осадков среднесарматский интервал, соответствующий зоне *Achnanthes baldjickii* var. *podolica* с последующей корреляцией этого уровня с рядом известных разрезов северо-восточной Болгарии, Таманского и Крымского п-овов, охарактеризованных диатомеями.

Разрез скв. Архангельская 1 (современная глубина 51 м) в интервале 630-648 м характеризуется сменой видового состава диатомей. В нижней части доминирует *G. oceanica* Ehr. (до 70% всех створок), субдоминант – *Tryblionella granulata* (Grun.) Mann. Другие виды – *Lyrella spectabilis* (Greg) Loss, *Cocconeis placentula* Ehr., *Actinocyclus octonarius* var. *ralfsii* (Smith) Hendeу встречаются в незначительном количестве. На гл. 633.2 м доминируют *Achnanthes* sp., *T. granulata* (Grun.) Mann и *Surirella* sp. В верхней части интервала преобладают *G. oceanica*, *G. marina*, *Cocconeis*

scutellum var. *scutellum* Ehr., *Isthmia szaboi* Pant., присутствуют *Diploneis chersonensis* (Grun.) Cl., *D. smithii* (Bréb.) Cl., *Lyrella spectabilis* (Greg) Loss, *L. praetexta* Ehr., *A. octonarius* var. *ralfsii*, *Campylodiscus* sp., *Thalassiosira* sp.

Разрез скв. Сельского 43 (гл. моря 62 м) в интервале 751.5-756 м также характеризуется изменчивостью видового состава диатомовых: в нижней части доминируют *Grammatophora spinosa* Pr-Lavr., *G. marina*, *Caloneis liber* W.Sm., *C. scutellum* var. *scutellum*, *Diploneis chersonensis* (Grun.) Cl., присутствует зональный *A. baldjickii* var. *podolica*; выше по разрезу многочисленны *G. spinosa*, *G. marina*, *Rhopalodia gibberula* (Ehr.) O.Müll. встречаются *G. oceanica*, *L. praetexta*, *Campylodiscus limbatus* var. *astralis* Eul., *I. szaboi*, *Rhopalodia acuminata* var. *protracta* (Grun.) Krammer, *Cocconeis scutellum* var. *inequalepunctata* Missuna, *C. scutellum* var. *pulchra* Missuna. Здесь нами встречены *Denticulopsis* sp.1 и *Denticulopsis* aff. *simonsenii*, не отмечавшиеся ранее в составе сарматских комплексов (Olshtynska, Melnyk, 2013). На глубине 751.7 м соотношение в группе доминантов изменяется, преобладают *Caloneis liber* W.Sm., *D. smithii*, *L. praetexta*, *G. marina*, *C. limbatus* var. *astralis*, встречаются *Amphora socolovii* Missuna, *C. scutellum* var. *scutellum*, *L. spectabilis*, *Rh. acuminata* var. *protracta*. В верхней части разреза присутствуют только грубопанцирные *Paralia sulcata* (Ehr.) Cl., что указывает на смену экологической обстановки.

В разрезе антиклинали Зеленского центральная часть среднего сармата характеризуется комплексом с доминирующими *D. smithii*, *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* (Kütz.) Cl., *Grammatophora oceanica* Ehr. и зональным *A. baldjickii* var. *podolica*. Часто встречаются другие виды *Achnanthes* и представители родов *Nitzschia* и *Rhopalodia*. В верхней части среднего сармата этого разреза комплекс становится олигодоминантным, 95% створок составляет вид *A. brevipes* var. *intermedia*. Присутствуют *G. oceanica*, *C. scutellum* var. *scutelum* и *Aulacoseira* sp.

В разрезе пос. Фрунзе (Западный Крым) доминируют виды *A. baldjickii* var. *podolica* Miss., *Grammatophora angulosa* Ehr., *G. parallela* Ehr., *G. insignis* Grun., *Amphora proteus* Greg., *Rhopalodia gibberula* (Ehr.) O.Müll.

Среднесарматские диатомеи в устье р. Батова (Болгария) характеризуются изменением таксономического состава по разрезу: в нижней части многочисленны *G. oceanica*, *G. marina* и

обломки створок *Nitzschia*, *Licmophora*, выше отмечен богатый комплекс с преобладанием зональных *A. baldjickii* и *A. baldjickii* var. *podolica*, с многочисленными *T. punctata*, *Rhopalodia gibba* (Ehr.) O.Müll., *Surirella fastuosa* Ehr., *Navicula baldjickiensis* Heiden, встречены *Navicula jarensis* Grun., *Fragilaria brevistriata* Grun., *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim., в верхней части появляются *Cocconeis thumensis* Mayer, *Mastogloia baldjickiana* Grun., *Amphora proteus* Greg., *Achnanthes hauckiana* Grun., виды родов *Grammatophora*, *Nitzschia*, *Thalassionema* и единичные створки *Macrora stella* (Azpeitia) Hanna (Ольштынская, 1992).

Комплексы описанных разрезов характерны для диатомовой акроподзоны *Achnanthes baldjickii* var. *podolica* среднего сармата. Сопоставление этих разрезов по диатомеям указывает на существование в бессарабское время единого палеобассейна с обильной диатомовой флорой, разнофациальными условиями, частным влиянием речного стока и неравномерным изменением глубины в различных его участках на протяжении среднего сармата.

Козыренко Т.Ф. К диатомовой флоре верхнемиоценовых отложений Степного Крыма // Вестник ЛГУ. Сер. биол. 1959. Т. 21. Вып. 4. С. 51–61.

Макарова И.В. К флоре диатомовых водорослей неогена Таманского полуострова // Вестник ЛГУ. Сер. биол. 1960. № 3. С. 79–89.

Макарова И.В., Козыренко Т.Ф. Диатомовые водоросли из морских миоценовых отложений юга Европейской части СССР. Л.: Наука, 1966. 69 с.

Ольштынская А.П. Биостратиграфическое расчленение неоген-четвертичных отложений Восточной Болгарии по диатомовым водорослям // Геология морей и океанов. Тез. докл. 10 междунар. школы по морской геологии. М., 1992. Т. 1. С. 38–39.

Темнискова-Топалова Д.Н. Миоценовски диатомейни флори в България – състав, структура, еволюция, палеоэкология и биостратиграфия: Автор. дис. ... докт. биол. София, 1994. 68 с.

Olshytynska A., Melnyk O. Distribution Middle Sarmatian diatoms in the Black Sea Area // The 5th International Workshop on the Neogene from the Central and South-Eastern Europe, 16-20 May 2013, Varna, Bulgaria. Abstract Volume. P. 42–43.

Т.А.Орешкина
МОРСКИЕ БЕСШОВНЫЕ ПЕННАТНЫЕ ДИАТОМЕИ
РАННЕГО ПАЛЕОГЕНА И ИХ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ
ЗНАЧЕНИЕ

T.V.ORESHKINA. MARINE PENNATE ARHAPHALES OF THE EARLY PALEOGENE AND THEIR STRATIGRAPHIC SIGNIFICANCE

Геологический институт РАН, Москва, Россия, oreshkina@ginras.ru

Первые бесшовные пеннатные диатомеи известны из отложений позднего мела (кампан). Предполагается, что они произошли от биполярных центрических диатомовых (Sims et al., 2006). Их основным признаком – осевое поле, оканчивающееся на полюсах лабиатными выростами, часто на одном из концов створки присутствует поровое поле. Первые бесшовные пеннатные в позднем мелу – это роды *Incisoria*, *Rhaphoneis*, *Sceptroneis* (сем. Rhaphoneidaceae). Выше границы мела-палеогена количество бесшовных пеннатных заметно возрастает и составляет до 4% в таксономическом списке диатомей палеоцена (Strelnikova, 1991). В раннем палеогене Поволжья и Зауралья известно два уровня интенсивной диверсификации этой группы. Это начало позднего палеоцена и интервал перехода от палеоцена к эоцену.

Комплекс диатомей смышляевских слоев Ульяновско-Сызранской структурно-фациальной зоны занимает промежуточное стратиграфическое положение между комплексами нижнего палеоцена сызранской свиты и комплексами верхнего палеоцена камышинской свиты. Он характеризуется первым появлением рода *Grunowiella*, представленного несколькими морфотипами. Кроме *G. gemmata* (Grunow) Van Heurck s. str. присутствует близкая к нему форма, но имеющая от одного до трех остаточных двойных рядов ареол по краю створки. Также характерна *Grunowiella* с короткими створками и слабо выраженной гетеропольностью. Еще один характерный представитель бесшовных пеннатных относится к роду *Sceptroneis* и представлен видом, близким к *Sceptroneis grunowii* Anissimowa (Анисимова, 1938), но отличается от него большими размерами, наличием двойного ряда ареол по обе стороны створки, из которых оба внутренних ряда не доходит до концов створки, ярко выраженным осевым полем. В отечественной литературе изображений этого вида нет. В донных отложениях мирового

океана этот вид присутствует в отложениях палеогена юго-западной Атлантики. Так, А.М. Gombos (1976) приводит изображение этого вида, который он относит к *Sceptroneis grunowii* Anissimowa (pl. 13, figs. 3,4) из верхнепалеоценовых отложений 36-го рейса DSDP в районе Фолклендских островов. Также изображения этого вида можно найти и в работе J. Fenner (1991) по скважинам рейса 114 ODP, где этот вид под названием *Sceptroneis* sp.1 (Pl. 11, figs. 9, 10) встречен в интервале скв. 700В, соответствующем верхам зоны NP 4- зоне NP 5 по нанопланктону (переход от дания к зеландию).

Второй уровень интенсивной радиации бесшовных пеннатных характерен для конца палеоцена и периода PETM. Здесь в заметном количестве появляется *Grunowiella palaeocaenica* Jousé. В ассоциациях Среднего Заралья в отложениях серовской и ирбитской свит также присутствуют длинные и тонкие створки с более мелкими размерами ареол, чем у типовой *Grunowiella palaeocaenica*. Кроме того здесь встречен представитель рода *Incisoria*, впервые описанный М. Hajos (Hajos, Stradner, 1975) из кампан-маастрихских отложений, плато Кэмпбэлл, Южная Пацифика, рейс DSDP 29, скв. 275. В составе этого рода ею были выделены три новых вида (*punctata*, *inordinata*, *lanceolata*). Позже эти же виды были найдены D. Harwood (1988) в позднекампанских (формация Lopez de Bertodano)- раннепалеоценовых (формация Sobral) отложениях п-ова Сеймур, Восточно-Антарктического п-ва. Кроме того в новую комбинацию *Incisoria paleoceanica* var. *fuscina* D. Harwood включает вид, описанный К.Г. Шибковой (Кротов, Шибкова, 1959) как *Grunowiella paleocaenica* var. *fuscina* из нижнепалеоценовых отложений Ивдельского района Северного склона Урала.

Анисимова Н. Диатомовые нижнетретичных отложений Средней Волги. (фонды ВСЕГЕИ). 1938.

Кротов А.П., Шибкова К.Г. Новые виды диатомовых из палеогеновых отложений Урала // Ботанические материалы отдела споровых растений. 1959. Т. 12. С. 112–128.

Fenner J. Taxonomy, stratigraphy, and paleoceanographic implications of Paleocene diatoms // Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, College Station. 1991. Vol. 114. P. 123–154.

Gombos A.M. Paleogene and Neogene diatoms from the Falkland plateau and Malvinas outer basin Leg 36, DSDP // Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Washington. 1976. Vol. 36. P. 575–687.

Hajos M., Stradner H. Late Cretaceous Archaemonadaceae, Diatomacea and Silicoflagellatae from the South Pacific Ocean, Deep Sea Drilling Project, Leg 29, site 275 // Initial Reports of DSDP. 1975. Vol. 29. P. 913–1009.

Harwood D. Upper Cretaceous and lower Paleocene diatom and silicoflagellate biostratigraphy of Seymour Island, eastern Antarctic Peninsula // Geological Society of America Memoirs. 1988. Vol. 169. P. 55–129.

Sims P.A., Mann D.G., Medlin L.K. Evolution of the diatoms: insights from fossil, biological and molecular data // Phycologia. 2006. Vol. 45(4). P. 361–402.

Strelnikova N.I. Evolution of marine diatoms: Cretaceous and Paleogene // Альгология. 1991. Т.1. № 4. С. 65–72.

**А.Г.Охапкин¹, С.И.Генкал², Е.Л.Воденева¹, Е.М.Шарагина¹,
О.О.Бондарев¹**

**О РАЗВИТИИ *THALASSIOSIRA INCERTA* МАКАР. В Р. ОКИ И
ЧЕБОКСАРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ**

A.G.OKHAPKIN, S.I.GENKAL, E.L.VODENEEVA, E.M.SCHARAGINA,
O.O.BONDAREV. VEGETATION OF *THALASSIOSIRA INCERTA* MAKAR. IN THE OKA
RIVER AND CHEBOKSARY RESERVOIR

¹Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия, okhapkin@bio.unn.ru

²Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок, Ярославская обл., Россия, genkal@ibiw.jaroslavl.ru

На основе анализа проб фитопланктона, отобранных в безледный период 2011 г. на акватории Чебоксарского водохранилища и его крупнейшего правого притока – р. Оки в нижнем течении, охарактеризованы состав и динамика инвазийных видов *Centrophyceae*, в том числе представителей рода *Thalassiosira*. Из восьми видов этого рода, обнаруженных в волжских водохранилищах, только *Thalassiosira incerta* Makar., указываемая для различных морских и солоновато-водных экосистем и с незначительным обилием для пресноводных, достигала заметного количественного развития (сотни тысяч и миллионы клеток в литре воды, десятые доли – десятки граммов в кубическом метре). В мае она встречалась спорадически в пределах речного участка водоема в районе г. Нижний Новгород – г. Кстово с незначительными показателями обилия (до 20 тыс. кл./л – 0.07 г/м³) в сообществах с преобладанием *Stephanodiscus hantzschii* Grunow. Более высокие показатели численности (344–444 тыс. кл./л) и биомассы (1.22–1.50 г/м³, речной район от г. Лысково до устья р. Сура в основном у правого берега) отмечались в период пониженной водности (август) при

температуре воды 21.4-24.1°C в период господства цианопрокариот (в основном *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing и *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Bornet et Flahault). В эти же сроки в устьевом участке р. Оки численность и биомасса вида мало отличались от максимальных для основной акватории водохранилища величин (184-640 тыс. кл./л, 0.45-1.63 г/м³). В третьей декаде августа в р. Оке, на участке, не подверженном влиянию подпора водными массами водохранилища и сохранившем типично речной режим, было обнаружено "цветение" до степени, характерной для эвтрофно-гипертрофных вод. Общие показатели обилия фитопланктона в этот период при температуре воды 20.0-20.2°C, невысокой прозрачности (0.4-0.5 м) составили 128-306 млн. кл./л, 16.6-37.5 г/м³. При незначительном вкладе талассиосиры в общую численность планктонных альгоценозов (2-6%), которая в основном была сформирована хлорококковыми водорослями (виды родов *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Micractinium*, *Actinastrum*, *Crucigenia*, *Coelastrum* и др.) и цианопрокариотами (в основном *Aphanocapsa* spp.), ее роль в формировании численности диатомовых водорослей на разных станциях была весьма заметна (28-46%). Максимальное из зарегистрированных на этом отрезке р. Оки число клеток талассиосиры достигало 10.5 млн. кл./л и оказалось одного порядка с величинами, обычно свойственными "цветению" воды диатомеями в эвтрофно-гипертрофных пресноводных водоемах. Ее абсолютная (10.8-23.4 г/м³) и относительная (0.52-0.79) биомасса также оказались очень высокими, а доля от биомассы диатомей колебалась от 62 до 83%.

Использование доминантного подхода позволило выделить для характеризуемого периода ценоз *T. incerta* (15.6) + *Cyclotella meneghiniana* Kützing (1.9) + *S. hantzschii* (1.4) + *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen (0.9) + *Skeletonema subsalsum* (A. Cleve) Bethge (0.8) + *A. ambigua* (Grunow) Simonsen (0.6) + Chlorococcales (1.53) (после латинского наименования вида – средняя для изученного участка р. Оки биомасса в г/м³). В устье реки, примерно 160 км ниже предыдущего створа, в это же время развивался ценоз: *T. incerta* (3.6) + *A. ambigua* (0.6) + *A. granulata* (0.6) + *Stephanodiscus invisitatus* Hohn et Hellermann (0.4) + *C. meneghiniana* (0.4) + Chlorococcales (0.62). Таким образом, в районе слияния Оки с Волгой примерно в 4.3 раза снижалась продуктивность фитопланктона и *T. incerta* в том числе, что, по-

видимому, связано с гидрологическими условиями – проявлением экотонного эффекта река – водохранилище.

На акватории окского отрога Чебоксарского водохранилища (район 500 м выше впадения р. Оки в р. Волгу) данный вид в течение всего вегетационного периода развивался постоянно (встречаемость – 84%). Его численность колебалась от 0.02 до 1.47 млн. кл./л (24.08.2011), максимальная биомасса – 3.59 г/м³. Весной и в первой половине лета (апрель – вторая декада июля) роль талассиосиры в формировании планктона была невелика, позже относительные и абсолютные показатели ее обилия резко возрастали (до 27% численности и 55% биомассы диатомовых и 49% биомассы всего фитопланктона). Со второй половины сентября её вегетация постепенно снижалась, давая небольшой подъем (до 0.51 млн. кл./л – 1.23 г/м³) в середине октября.

Размеры клеток окской речной популяции талассиосиры по данным световой микроскопии (диаметр клетки варьировал от 15 до 25 мкм, средний диаметр составлял 18.83±0.64 мкм; высота клетки менялась от 6 до 18 мкм, средняя составляла 10.61±0.56 мкм) оказались сопоставимыми с размерными характеристиками клеток водохранилищной популяции вида (20.05±0.60 и 9.33±0.21 мкм соответственно). Причем, высота клетки в речных условиях оказалась несколько больше, а ее диаметр – меньше, чем в водохранилище, что определялось процессами активного роста речной популяции и закономерно на подъеме численности видов *Centrophyceae*. По данным электронной микроскопии диаметр створки варьировал от 14.5 до 33.3 мкм, число ареол в центре створки от 10 до 12 в 10 мкм, число ареол у края створки от 10 до 14 в 10 мкм, число ареол на загибе створки от 16 до 28 в 10 мкм, число центральных выростов от 3 до 6, число опор у центральных выростов от 2 до 4, число краевых выростов с 4 опорами от 4 до 5 в 10 мкм, число шипов от 4 до 6 в 10 мкм. Ориентация единственного двугубого выроста менялась – радиальная, иногда под небольшим углом к радиусу створки.

Анализа количественного развития *T. incerta* в пресных и морских водах, в частности, в водоемах, изученных нами (сотни тысяч-миллионы клеток в литре, десятые доли - граммы и десятки граммов на м³) показал, что в морях такие величины не встречаются не только для этого вида, но и для других видов рода или встречаются только нижние границы обилия на максимумах численности. Экосистемный оптимум вида – истинно речные

условия больших крупных не зарегулированных рек с повышенной минерализацией (более 500 мг/л – миксогалинные, β-олигогалинные воды по Венецианской системе), высоким уровнем эвтрофирования (эвтрофия – гипертрофия, содержание общего фосфора порядка 100 мкг P/л и минерального азота – 1 мг N/л при достаточном для диатомовых водорослей количестве кремния) и содержания легкоусвояемого органического вещества (БПК⁵) при температуре 20.0-20.5°C. Снижение степени турбулентности среды, водообмена и скорости течения (переход от речных условий в р. Оке к условиям зарегулированного стока в Волге в период низкой водности – август) при сохранении примерно одинаковых гидрохимических параметров приводил к падению продуктивности вида и его роли в альгоценозах и замещению более толерантными к замедленному водообмену компонентами фитопланктона (в частности, цианопрокариотами). Как правило, в течение последней трети XX века в окском планктоне вторая половина лета сопровождалась массовым развитием α-β-мезосапробной *S. meneghiniana*, величины обилия которой были аналогичны зарегистрированным в августе 2011 г. у *T. incerta*. Возможно, отмеченную картину можно отнести к экологическому замещению видов, вызванную конкурентным преимуществом последней при росте минерализации окских вод, благодаря адаптивным осморегуляторным возможностям.

T. incerta является показателем β-мезо- или α-мезосапробной зоны самоочищения воды. Наши расчеты индексов сапробности по биомассе индикаторных видов в пробах фитопланктона с участием *T. incerta* показали, что максимальная ее продуктивность приурочена к водам с величинами индекса, промежуточными между β-мезосапробной зоной и α-мезосапробной. Эта картина проявлялась как при анализе только окских проб, так и собственно водохранилищных, а также и при объединении всего массива данных. Индивидуальное значение ее индекса сапробности близко к 2.4.

Наши исследования позволили уточнить экологические особенности *T. incerta*, ее ареал и изменчивость морфологических признаков. С учетом наших и литературных данных приводим расширенный диагноз вида.

***Thalassiosira incerta* Makarova emend. Genkal et Okhapkin** – *Thalassiosira incerta* Makarova, Макарова, 1961, стр. 50, табл. I, 9-16.

Клетки соединены тонким тяжом в короткие цепочки из 2-4 клеток или одиночные. Панцирь цилиндрический, 11-18 мкм высотой. Створки почти плоские, 9-34 мкм в диаметре. Ареолы в тангенциальных и радиальных рядах, иногда с тенденцией к образованию пучков, в центре створки 10-19 ареол, у края 10-20 в 10 мкм. Форамены круглые или неправильно округлые, криврум с 20 кривральными порами в 1 мкм. В центре створки свободно расположены 3-6 выростов. На наружной поверхности створки они имеют отверстия, на внутренней – короткую трубочку с (2) 3-4 опорами. Краевые выросты с 4 опорами очень маленькие, 3-6 в 10 мкм, образуют кольцо на загибе створки. На границе с загибом створки кольцо шипов, расположенных неравномерно, 4-8 в 10 мкм. Двугубый вырост в одном кольце с шипами, снаружи имеет трубку более длинную, чем шипы, на внутренней поверхности створки – короткую и сильно сплюснутую трубку с длинной щелью, ориентированной радиально или под углом. Загиб створки невысокий, с мелкими ареолами 15-28 в 10 мкм.

Солоноватоводный эвригалинный и эвритермный широкобореальный вид, β - α - мезосапрооб (индивидуальный индекс сапробности 2.4).

Распространение: Неоген – Таманский полуостров. Ныне – Азовское, Каспийское, Аральское, Черное моря, в водохранилищах Волги и ее низовье, Цимлянское, Камское и Киевское водохранилища, озерах Белое (Вологодская обл.) и Святое Дедовское (Нижегородская обл.).

Экспансия *T. incerta* в водоемы волжского бассейна определяется, прежде всего, ростом минерализации и содержания сульфатов в их водных массах, высокой ресурсной обеспеченностью развития фитопланктона в периоды пониженной водности и второй половины летней межени на фоне постепенного потепления климата.

А.М.Погосян, П.В.Тозалакян
ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ
В БАССЕЙНЕ ОЗЕРА СЕВАН

A.M.POGHOSYAN, P.V.TOZALAKYAN. PRESPECTIVES OF DIATOM ALGAE STUDY
IN SEVAN LAKE BASIN

Институт геологических наук НАН РА, Ереван, Армения, ani-
poghosyan@live.com

Севанский бассейн в Армении является уникальной экосистемой, которая в значительной степени влияет на климат Армении и сопредельных стран. Между тем, она сама подвержена природным воздействиям. Такие факторы как: геохимические аномалии, активная тектоника, оползневая активность, природные колебания уровня воды в озере и т.п., самым существенным образом влияют на экологическое равновесие в бассейне (Karakhanian et al., 2001). За последние 100 лет резко увеличилось антропогенное воздействие на эту экосистему. Демографические изменения, хозяйственная деятельность, искусственные колебания уровня воды в озере приводят к значительному дополнительному давлению на озеро и его бассейн (Мусаелян, 1993).

В формировании нашего отношения к озеру и его бассейну необходимо учесть процессы, происходившие как ранее, так и совершающиеся в настоящее время в окружающей бассейн среде. Фитопланктон является удобным индикатором для выявления изменяющихся условий бассейна. Естественные флуктуации развития фитопланктонного сообщества в те или иные годы могут быть обусловлены особенностями окружающей среды, в т.ч. метеорологическими, а также условиями обитания гидробионтов (Овсеян и др., 2010).

Изучение фитопланктона в бассейне выявило три основные группы водорослей: диатомовые (Bacillariophyta), зеленые (Chlorophyta) и синезеленые (Cyanophyta) (CBD-Fifth ..., 2014).

В фитопланктоне озера Севан диатомовые водоросли выделяются наибольшим разнообразием видов. За диатомовыми по этому показателю следуют зеленые водоросли. Видовой состав фитопланктона, в т.ч. диатомовых водорослей, подвергается значительным сезонным колебаниям. Так, осенью 2005 г., преобладающей была *Aulacoseira granulata*, которая практически отсутствовала в октябре 2006 г., когда доминировали виды рода

Cyclotella. При этом, в разных частях озера картина развития фитопланктона различалась. Например, в Большом Севане в 2007 г. по численности преобладали диатомовые виды *Cyclotella*, а в Малом Севане – зеленые водоросли *Crucigenia quadrata* Morren. Таких примеров много (Овсепян, Гамбарян, 2010).

Таким образом, исходя из взаимосвязи параметров окружающей среды (включая климатические) и видового состава фитопланктона, можно анализировать состояние экосистемы. С другой стороны, получить стабильные данные по содержанию и составу фитопланктона в воде озера очень сложно. Однако "донные отложения – видимый итог жизненных явлений и динамических процессов, итог влияния на озеро окружающей среды и климата" (Lundquist, 1927).

Кремниевые панцири диатомовых водорослей хорошо сохраняются в осадках озер и являются важными источниками сведений о происходивших в прошлом изменениях. Эти изменения могли вызываться как локальными процессами, происходящими в самом бассейне, так и глобальными климатическими изменениями, (Давыдова, 1985). Однако в доступной литературе подробного диатомового анализа осадков в Севанском бассейне нам не удалось обнаружить.

Донные осадки, входившие в экосистему Севанского бассейна, и в середине прошлого столетия осушенного озера Гили, являются удобным объектом для соответствующего диатомового анализа.

Бурение участка бывшего дна Гили глубиной до 3-х метров позволило получить керны, которые являются источником материала для диатомового анализа.

Изучение диатомовых водорослей в донных отложениях бассейна озера Севан позволит получить данные об основных этапах развития озера, составить представление о направленности изменений, происходящих в экосистеме, и предсказать характер и скорость этих процессов в будущем.

Давыдова Н.Н. Диатомовые водоросли донных отложений озер как показатель изменений озерных экосистем в поздне- и послеледниковое время: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Т. 1. Л., 1984.

Мусаелян С.М. Экология и экономика озера Севан и его бассейна. Ереван: ЕГУ, 1993.

Овсепян А.А., Гамбарян Л.Р., Оганесян Р.О., Гусев Е.С. Планктонные водоросли озера Севан // Экология озера Севан в период повышения его уровня.

Результаты исследований Российско-Армянской биологической экспедиции по гидроэкологическому обследованию озера Севан (Армения) (2005-2009 гг.). Махачкала: Наука ДНД, 2010. С. 90–104.

CBD-Fifth National Report - Armenia, 2014 // <https://www.cbd.int/doc/world/am/am-nr-05-en.pdf>

Karakhanian A., Tozalakyan P., Grillot J.-C., Philip H., Melkonyan D., Paronyan R., Arakelyan S. Tectonic impact on the Lake Sevan environment (Armenia) // *Environmental Geology*. 2001. Vol. 40(3). P. 279–288.

Lundquist G. Bodenablagerungen und Entwicklungstypen der seen, Die Binnengewässer. Bd. 2. E. Schweizerbartsche Verlag, 1927. 124 s.

Ю.А.Подунай¹, Н.А.Давидович¹, М.С.Куликовский²
ПОЛОВОЕ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ И СИСТЕМА
СКРЕЩИВАНИЯ *ULNARIA ACUS* (KÜTZING) M.ABOAL
(BACILLARIOPHYTA)

YU.A.PODUNAI, N.A.DAVIDOVICH, M.S.KULIKOVSKIY. SEXUAL
REPRODUCTION AND MATING SYSTEM OF *ULNARIA ACUS* (KÜTZING) M.ABOAL
(BACILLARIOPHYTA)

¹Карадагский природный заповедник, Феодосия, Республика Крым, Россия,
karadag-algae@yandex.ru

²Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок,
Ярославская обл., Россия, msh-kulikovsky@yandex.ru

Ulnaria acus (Kützing) M.Aboal изучается уже долгое время. Она входит в состав доминирующих видов фитопланктона некоторых пресных водоемов, например, озера Байкал, вносит существенный вклад в пищевые сети и круговорот кремния, используется в качестве биостратиграфического маркера палеолетописи плейстоцена и голоцена. Благодаря своему широкому распространению и значению в пресных водоемах на данный момент оказались хорошо изученными морфология и ультраструктура панциря этого вида, расшифрованы последовательности митохондриальных и хлоропластных генов. В то же время, информация об особенностях полового воспроизведения полностью отсутствует.

Клоны были выделены из популяции оз. Фролиха, которое рекой с одноименным названием соединяется с озером Байкал в северо-восточной его части. Культуры содержались на среде, близкой по составу к среде Dm. Культивирование проводили в стеклянных чашках Петри диаметром. Для скрещивания использовали культуры, находящиеся в экспоненциальной фазе

роста. Для наблюдения использовали микроскопы МБС-9 (ЛОМО, СССР) и Biolar PI (PZO, Польша).

На пятые-шестые сутки после посева в свежую среду в смесях клонов противоположного пола можно обнаружить случаи гаметогенеза. Все сформировавшиеся гаметы имели сферическую форму, поэтому сразу не удавалось установить половую принадлежность исследуемых клонов. Однако, в дальнейшем было показано, что способы образования гамет в мужских и женских клонах различаются. Деление содержимого мужского гаметангия происходит в трансапикальной плоскости. Вначале гаметы имеют продолговатую форму и лежат внутри створок родительской клетки, затем они укорачиваются, округляются и, раздвигая створки гаметангия, выходят наружу. В женском гаметангии деление происходит в апикальной плоскости. Женские гаметы в начале своего развития располагаются пристенно, каждая гамета у своей створки раскрывшегося гаметангия. Затем они постепенно округляются и теряют связь со створкой. По сравнению с мужскими, развитие женских гамет менее синхронное, часто одна гамета проходит весь путь развития, вплоть до полного округления, быстрее другой. Для некоторых гамет (предположительно мужских) показана способность к вращению, однако структур, обеспечивающих движение не было обнаружено. После копуляции гамет формируется шаровидная зигота, которая вскоре начинает удлиняться. На ранних этапах формирующиеся ауксоспоры имеют удлинненную, слегка изогнутую форму. Ауксоспоры могут формироваться как вблизи створок женского гаметангия, так поодаль, тогда связь с каким-либо гаметангием установить невозможно. Полученные данные показывают, что *U. acus* относится к категории IA2b в системе Гайтлера (Geitler, 1973), классифицирующей модели полового воспроизведения и ауксоспорообразования у диатомовых. Во многих основных чертах половой процесс вида схож с описанным у близкородственной *Ulnaria ulna* (Nitzsch) P. Compère (Geitler, 1939; Podunay et al., 2014).

В результате межклонового скрещивания имеющихся культур были выделены 7 инициальных клеток гибридов первого поколения. Все они оказались жизнеспособными и продемонстрировали активный рост. Апикальная длина клеток полученных клонов составляла в среднем 332.2 ± 2.9 мкм, $n=7$

(диапазон размеров 290.6-359.8 мкм). После уменьшения клеток до необходимого размера было проведено успешное скрещивание клонов между собой и возвратное скрещивание с родителями. Был определен пол потомства и показана его фертильность. Ни один изученный клон *U. acus* не обнаружил на данный момент способности к внутрикловому воспроизведению.

Сейчас, когда получены данные о половом воспроизведении *Ulnaria acus*, становится возможным длительное содержание вида в культуре, открываются перспективы для изучения его жизненного цикла, системы скрещивания, можно перейти к работам по филогении и биогеографии.

Исследование частично выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта № 14_04_90427_Укр_а.

Geitler L. Gameten- und Auxosporenbildung von *Synedra ulna* im Verleich mit anderen pennaten Diatomeen // Planta: Archiv für Wissenschaftliche Botanik. 1939. Vol. 30(3). P. 551–566.

Podunay Yu.A., Davidovich O.I., Davidovich N.A. Mating system and two types of gametogenesis in the fresh water diatom *Ulnaria ulna* (Bacillariophyta) // Algologia. 2014. Vol. 24. № 1. P. 3–19.

**К.В.Полещук¹, З.В.Пушина², С.Р.Веркулич¹, М.В.Дорожкина¹
 ДИАТОМОВАЯ ФЛОРА В ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ
 ПОЛУОСТРОВА ФАЙЛДС, ОСТРОВ КИНГ ДЖОРДЖ (ЗАПАДНАЯ
 АНТАРКТИКА)**

K.V.POLESHCHUK, Z.V.PUSHINA, S.R.VERKULICH, M.V.DOROZHKINA.
 DIATOMS IN QUATERNARY SEDIMENTS OF FILDES PENINSULA, KING GEORGE
 ISLAND (WEST ANTARCTICA)

¹ФГБУ Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт,
 Санкт-Петербург, Россия

²ФГУП Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и
 минеральных ресурсов Мирового океана им. И.С. Грамберга, Санкт-Петербург,
 Россия

Материалы, рассматриваемые в докладе, были получены в регионе Западной Антарктики, на архипелаге Южные Шетландские острова, остров Кинг Джордж, полуостров Файлдс. В ходе работ 56 РАЭ (Российской Антарктической Экспедиции 2010–2011 гг.) были отобраны образцы четвертичных отложений обнажения РА1, расположенного на высоте 27 м над уровнем

моря. В работе представлено описание диатомовой флоры из этого обнажения.

Современная диатомовая флора данного района изучалась зарубежными исследователями (Al-Handal, Wulff, 2008a,б; Ligowski et al., 2014). Так, А.У. Al-Handal и А. Wulff (2008a,б) исследовали видовой состав современной диатомовой флоры залива Поттер (остров Кинг Джордж), которая включает 84 вида. Этими авторами детально изучены эпифитные диатомеи с доминантами *Cocconeis* sp., *Gyrosigma fasciola*, *Navicula* cf. *cancellata*, *N.* cf. *perminuta*, *Petroneis plagiotoma*, *Pleurosigma obscurum*, реже встречаются виды – *Amphora marina*, виды родов *Entomoneis* и *Licmophora*, *Navicula directa*, *Odontella litigiosa*, *Pinnularia quadratarea*, *Pseudogomphonema kamtschaticum* и *Trachyneis aspera*.

Материалом для настоящего исследования послужили осадки обнажения полуострова Файлдс. В изученном обнажении обнаружено 136 вида диатомовых водорослей (45 родов) и 1 вид силикофлагеллят. Наибольшим разнообразием видов отличаются представители родов *Cocconeis* (24 вида), *Navicula* (15 видов), *Thalassiosira* (10 видов). В зависимости от распространения диатомей в Южном океане различают антарктические (неритические открытой воды и ледово-морские), субантарктические (океанические), умеренно-тепловодные (океанические) и сублиторальные (бентосные, эпифитные и ледово-морские) диатомовые виды. Большое значение в диатомовой флоре прибрежной части Южного океана имеют ледово-морские виды, развивающиеся во льдах, под сезонными льдами и во время таяния сезонных льдов. Ледово-морские диатомеи являются как неритическими планктонными, так и бентосными.

В установленных нами комплексах диатомей в четвертичных отложениях преобладают холодноводные планктонные и бентосные виды диатомей, многие из них ледово-морские: *Thalassiosira antarctica* Comber, *Porosira glacialis* (Grunow) Jørgensen, *Fragilariopsis curta* (Van Heurck) Hustedt, *Pseudogomphonema kamtschaticum* (Grunow) Medlin, *Synedropsis recta* Hasle, антарктический эндемик *Actinocyclus actinochilus* (Ehrenberg) Simonsen.

Развитие диатомовой флоры происходило в мелководной части морского бассейна, о чем свидетельствует преобладание и большое разнообразие морских бентосных и эпифитных видов.

Так, эпифитный род *Cocconeis* насчитывает 24 вида, род *Navicula* – 15 видов.

Планктонные океанические диатомеи и неритические виды открытой воды не очень многочисленны, чаще других встречаются *Fragilariopsis kerguelenesis* (O'Meara) Hustedt, споры *Chaetoceros* sp., *Thalassiosira margaritae* (Frenguelli et Orlando) Kozlova emend Makarova, *Odontella litigiosa* (Van Heurck) Hoban.

Бентосные пресноводно-солонатоводные и пресноводные диатомеи единично встречаются далеко не во всех комплексах диатомей и представлены всего 10 видами, в основном, видами рода *Planothidium*.

Таким образом, диатомовые комплексы, установленные в четвертичных отложениях на полуострове Файлдс, отражают относительно холодноводные мелководные условия во время осадконакопления.

Al-Handal A.Y., Wulff A. Marine epiphytic diatoms from the shallow sublittoral zone in Potter Cove, King George Island, Antarctica // *Botanica Marina*. 2008a. Vol. 51. P. 411–435.

Al-Handal A.Y., Wulff A. Marine benthic diatoms from Potter Cove, King George Island, Antarctica // *Botanica Marina*. 2008b. Vol. 51. P. 51–68.

Ligowsky R., Al-Handal A.Y., Wulff A., Jordan R.W. *Rhoicosphenia michali*: a new species of marine diatom (Bacillariophyta) from King George Island, Antarctica // Department of Biological and Environmental Sciences. 2014. Vol. 191. P. 141–153.

И.А.Прушковская, И.Б.Цой
РЕАКЦИЯ КОМПЛЕКСОВ ДИАТОМЕЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 150 ЛЕТ В АМУРСКОМ
ЗАЛИВЕ (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

I.A.PRUSHKOVSKAYA, I.B.TSOY. RESPONSES OF DIATOM ASSEMBLAGES
 TO 150 YEARS OF ENVIRONMENTAL CHANGES IN AMUR BAY (JAPAN SEA)

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
 Владивосток, Россия, prushkovskaya@poi.dvo.ru; tsoy@poi.dvo.ru

Владивосток, расположенный на берегу Амурского залива (Японское море), является крупнейшим городом на Дальнем Востоке России. Развитие города, основанного более 150 лет назад, и юга Приморья отражено в осадках Амурского залива (Аксентов, Астахов, 2009; Астахов и др., 2015). Основной целью данной работы – проследить реакцию диатомовых водорослей на изменение окружающей среды в Амурском заливе за последние

150 лет. Для этой цели были изучены керны 3 колонок из Амурского залива, отобранные в его северной части в зоне влияния реки Раздольная. В колонках A12-4 (61 см) и A12-5 (78 см) исследовались таксономический состав и количественное соотношение диатомовых комплексов в каждом сантиметре донных осадков. Для определения скорости осадконакопления был использован метод радиоизотопного датирования по неравновесному свинцу (Аксентов, Астахов, 2009).

В изученном материале установлены изменения экологической структуры диатомовых комплексов в осадках, накопленных за период 1860–2010 гг.

В осадках 1860–1910 гг. преобладают пресноводные виды (до 50% комплексов) – *Aulacoseira granulata*, *Epithemia turgida*, *E. adnata*, *Martyana martyi*, *Rhopalodia gibba*, *Eunotia pectinalis* var. *undulata*, *Encyonema silesiacum*, *Meridion circulare*, *Hantzschia amphioxys*. Высока численность и разнообразие бентосных диатомей (*Diploneis smithii*, *D. subcincta*, *Caloneis linearis*, *Amphora proteus*, *Pinnularia quadratarea*, *Pleurosira laevis*), большинство из которых являются эвригалинными и характерны для эстуариев рек. В осадках этого периода отмечено заметное количество вымерших в неогене пресноводных видов (*Alveolophora jouseana*, *Aulacoseira houki*, *A. praegrnulata* var. *praeislandica*, *A. ovata*, *A. elliptica*). Предполагается, что осадки этого периода накапливались под существенным влиянием речного стока.

В осадках, накопленных в 1910–1960 гг., сокращается количество пресноводных видов и значительно возрастает количество морских преимущественно бентосных видов (*Petronia glacialis*, *P. granulata*, *Giffenia cocconeiformis*, *Lyrella spectabilis*, *Tryblionella granulata*, *Biddulphia biddulphiana*). Вероятно, это связано с ослаблением речного стока реки Раздольной из-за интенсивной вырубке лесов в бассейне этой реки (Аксентов, 2013; Tsoy et al., 2014). Распашка земель приводила к увеличению выноса пелитового материала с суши и накоплением его в морских осадках. В этот период наблюдается постепенное увеличение концентрации ртути.

С 1960 г., когда началось активное развитие промышленности и сельского хозяйства, в экологической структуре диатомовых комплексов Амурского залива наблюдаются наиболее заметные изменения. Они заключаются в резком увеличении количества диатомей на грамм осадка, значительном увеличении количества

морских планктонных неритических видов (*Ditylum brightwellii*, *Rhizosolenia setigera*, *Coscinodiscus radiatus*, *Actinopterychus senarius*, *Cyclotella litoralis*, *Thalassionema nitzschioides*, *Th. frauenfeldii* и др.), среди которых доминируют тепловодные виды; уменьшением роли бентосных и незначительным участием пресноводных видов. Такой состав диатомовых комплексов близок комплексам диатомей поверхностных осадков Амурского залива (Цой, Моисеенко, 2014). Эти данные свидетельствуют о значительном изменении условий осадконакопления: 1. увеличение продуктивности поверхностных вод; 2. повышение уровня моря; 3. потепление поверхностных вод. На повышение продуктивности вод указывает увеличение содержание $C_{орг.}$ в осадках. С этого времени наблюдается и понижение кислорода в придонных водах и образование сезонной гипоксии в придонном слое воды Амурского залива, которое связывается с высокой продуктивностью поверхностных вод (Тищенко, 2011).

Общая тенденция изменения батиметрического диатомового индекса (Bd), отражающего изменение уровня моря, показывает на увеличение глубины бассейна осадконакопления и соответствует тренду изменений температуры воды и воздуха, зафиксированные Гидрометеорологической станцией Владивостока (Гайко, 2005) в этом районе. О потеплении с начала 60-х годов подтверждает появление и высокая численность силикофлагеллат в осадках этого времени, которые представлены преимущественно тепловодными диктиохами (*Dictyocha messanensis* f. *spinosa*, *D. cf. calida*, *D. fibula*, *Distephanus speculum*, *Octactis octonaria*).

Таким образом, полученные данные позволяют предположить, что изменения экологической структуры диатомовых комплексов в Амурском заливе за последние 150 лет связаны с 1) значительным влиянием речного стока до 1910 г.; 2) ослаблением речного стока из-за вырубки лесов с 1910 г.; 3) повышением уровня моря в результате глобального потепления 60-х годов прошлого века.

Работа проводилась частично при финансовой поддержке РФФИ №15-05-06845.

Аксентов К.И. Ртуть в донных осадках залива Петра Великого (Японское море): Автореф. дис. ... канд. г.-м. наук. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2013. 16 с.

Аксентов К.И., Астахов А.С. Антропогенное загрязнение ртутью донных осадков залива Петра Великого // Вестник ДВО РАН. 2009. № 4. С. 115–121.

Астахов А.С., Калугин И.А., Аксентов К.И., Дарьин А.В. Геохимические индикаторы палеотайфунов в шельфовых отложениях // Геохимия. 2015. № 4. С. 387–392.

Гайко Л.А. Особенности гидрометеорологического режима прибрежной зоны залива Петра Великого (Японское море). Владивосток: Дальнаука, 2005. 151 с.

Тищенко П.Я., Лобанов В.Б., Звалинский В.И. и др. Сезонная гипоксия Амурского залива (Японское море) // Известия ТИНРО. 2011. Т. 165. С. 108–129.

Цой И.Б., Моисеенко И.А. Диатомеи поверхностных осадков Амурского залива Японского моря // Биология моря. 2014. Т. 40. № 1. С. 20–25.

Tsoy I.B., Moiseenko I.A., Aksentov K.I. Environmental changes in the Amur Bay in the past 150 years (on the basis of diatoms and silicoflagellates) // IOC/WESTPAC 9th International Scientific Symposium "A Healthy Ocean for Prosperity in the Western Pacific: Scientific Challenges and Possible Solutions", 22-25 April, 2014, Nha Trang, Vietnam. Joint Stock Printing Company of Science and Technology (Viet Nam Academy of Science and Technology). 2014. P. 147–148.

З.В.Пушина¹, С.Р.Векулич², М.Меллес³
ГОЛОЦЕНОВАЯ ДИАТОМОВАЯ ФЛОРА В ДОННЫХ
ОСАДКАХ БУХТЫ ИЗВИЛИСТАЯ (ОАЗИС БАНГЕРА,
ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА)

Z.V.PUSHINA, S.R.VERKULICH, M.MELLES. HOLOCENE DIATOMS IN THE
BOTTOM SEDIMENTS IN IZVILISTAYI COVE (BUNGER OASIS, EASTERN
ANTARCTICA)

¹ФГУП Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана им. И.С. Грамберга, Санкт-Петербург, Россия, musatova@mail.ru

²ФГБУ Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия, verkulich@mail.ru

³Universität zu Köln, Köln, Germany, mmelles@uni-koeln.de

Изучение диатомовых водорослей в донных осадках водоемов оазисов Антарктиды является биостратиграфической основой как детальным палеореконструкциям изучаемых территорий, так и построениям моделей будущего развития природных обстановок. Материалом исследований послужили колонки, поднятые в морских водоемах оазиса Бангера (Восточная Антарктида) во время работы Российско-Немецкой экспедиции 1993–1994 гг. (Melles et al., 1994).

Оазис Бангера находится в Восточной Антарктиде между 100° и 102° в.д., 66° и 66,3° ю.ш., и представляет собой свободные от покровного оледенения участки суши, острова и внутренние морские водоемы общей площадью 950 кв. км. Оазис Бангера

относится к низменным пришельфовым оазисам, изолированным от океана ледниками. Он окружен шельфовым ледником Шеклтона на севере, выводным ледником Эдисто на западе, выводным ледником Апфела на юге и краевой частью континентального ледникового покрова берега Нокса с востока. Таким образом, оазис Бангера является группой океанических островов, окруженных ледниками разных типов. Шельфовый ледник и части выводных ледников находятся на плаву, благодаря чему морские заливы оазиса имеют связь с океаническими водами внутренней части оазиса (Пушина, 2008).

Ископаемые диатомовые водоросли изучались в колонках донных отложений, поднятых в бухте Извилистая в южной части оазиса Бангера: станция **1169**: глубина отбора 11.1 м, длина колонки 1.89 м; станция **6046**: глубина отбора 36 м, длина колонки 1.40 м и станция **1180**: глубина отбора 36.9 м, длина колонки 12.2 м. Данные радиоуглеродного датирования позволили определить голоценовый возраст исследуемых отложений (Melles et al., 1997). Диатомовые комплексы включают 106 таксонов: 93 морских и 13 пресноводных видов. Морские диатомеи представлены 9 океаническими, 19 неритическими, 14 ледово-морскими планктонными и 50 сублиторальными бентосными видами диатомей. Пресноводные диатомеи представлены 1 планктонным и 12 бентосными видами.

По разрезам колонок в осадках морского генезиса установлены морские монодоминантные диатомовые комплексы с преобладанием многочисленных спор *Chaetoceros* sp. В верхних горизонтах отложений обнаружено увеличение количества бентосных сублиторальных видов, а в самых верхних горизонтах в отложениях обнаружены пресноводные бентосные диатомовые комплексы с преобладанием *Amphora veneta* Kützing, что отражает динамичную картину осадконакопления. Единичные находки океанических диатомей, живущих в субантарктической зоне Южного океана, предполагает формирование изученных голоценовых донных осадков в изоляции от проникновения океанических вод в бухту.

В результате изучения диатомовых водорослей сделаны следующие выводы и определены основные этапы формирования отложений:

— Открытие ото льда бухты Извилистая, установление стабильных гидрологических условий и развитие диатомовой

флоры произошло около 8000 лет назад. Комплексы морских диатомей отличались монодоминантным составом с численным преобладанием спор *Chaetoceros* sp. (до 99% от общего состава комплекса в отдельных интервалах).

— Отложения периода 8000-5555 лет назад характеризуются большим количеством панцирей диатомей (до 200 млн. створок/г) опять же с численным преобладанием спор *Chaetoceros* sp. (до 70% в отдельных горизонтах). Сублиторальные виды разнообразны и иногда составляют до 30%, что свидетельствует об относительной мелководности бухты. В диатомовых ассоциациях отмечено относительно большое количество представителей сублиторального рода *Cocconeis* (до 20%), насчитывающего 7 видов. Также именно в этом интервале установлен пик встречаемости сублиторального вида *Achnanthes brevipes* Agardh (до 15%). Относительное обилие сублиторальных видов свидетельствует о понижении уровня моря в бухте во время формирования осадков.

— Наиболее тепловодные условия во время осадконакопления были установлены 4000-1285 лет назад. В диатомовых комплексах наряду со значительным количеством спор *Chaetoceros* sp., отмечается самое большое количество неритических диатомей, предпочитающих открыто-морские условия. Обнаружен количественный максимум панцирей неритических *Thalassiosira longifultoportulata* Gogorev et Pushina (до 7%) и *T. bungerensis* Gogorev et Pushina (до 11%). Содержание криофилов невысокое (до 5%).

— Длительное время в период от ~8000 до 1285 лет назад бухта была морской, позднее 1285 лет назад началось ее опреснение. Процесс опреснения начался в восточной части бухты, наиболее врезанной в берег (на станции 1180 пресноводные осадки мощностью 1.03 м, на станции 6046 – 0.25 м, на станции 1169 – 0.06 м).

— Около 1000 лет назад по современное время в бухте развивались пресноводные бентосные диатомовые водоросли с безусловным доминированием *Amphora veneta*. Эти пресноводные диатомовые комплексы сходны с комплексами из голоценовых осадков озер оазиса Бангера (Verkulich et al., 2002).

— Установлены два периода относительного снижения уровня моря во время формирования осадков (в среднем и в начале

позднего голоцена), о чем свидетельствует увеличение количества бентосных диатомей.

Пушина З.В. Позднечетвертичные диатомовые водоросли и эволюция палеогеографических обстановок в центральном секторе Восточной Антарктики: Автореф. дис. ... канд. г.-м. наук. Санкт-Петербург, 2008. 20 с.

Melles M., Kulbe T., Overduin P.-P., Verkulich S. The Expedition Bunge Oasis 1993/94 of the AWI Research Unit Potsdam. The Expeditions Norilsk/Taymyr 1993 and Bunge Oasis 1993/94 of the AWI Research Unit Potsdam // *Berichte zur Polarforschung*. 1994. Vol. 148. P. 27–80.

Melles M., Kulbe T., Verkulich S.R., Pushina Z.V., Hubberten H.-W. Late Pleistocene and Holocene Environmental history of Bunge Hills, East Antarctica, as revealed by fresh-water and epishelf lake sediments // Ricci C.A. (Ed.). *The Antarctic Region: Geological Evolution and Processes*. Siena: Terra Antarctica Publication, 1997. P. 809–820.

Verkulich S., Melles M., Hubberten H.-W., Pushina Z. Holocene environmental changes and development of Figurnoye Lake in the southern Bunge Hills, East Antarctica // *Journal of Paleolimnology*. 2002. Vol. 28. P. 253–267.

В.С.Пушкар^{1,2}, М.В.Черепанова³
РЕАКЦИЯ ДИАТОМЕЙ НА УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ МОРСКИХ ИЗОТОПНЫХ СТАДИЙ 11-9 КУРИЛЬСКИХ
ОСТРОВОВ, СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ПАЦИФИКА

V.S.PUSHKAR, M.V.CHEREPANOVA. DIATOM RESPONSES TO MARINE ISOTOPIC STAGE 11-9 ENVIRONMENTS ON KURILE ISLANDS, NORTHWESTERN PACIFIC

¹Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, Россия, pushkar@fegi.ru

²Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия, vpushkar@vladivostok.ru

³Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, Россия, cherepanova@ibss.dvo.ru

Reconstructing paleoclimatic changes and sea-level fluctuations during warm marine isotopic stages (MIS) 11-9 is one of the important challenges in Quaternary geology. As shown in numerous recent studies (e.g. Berger et al., 1999; Berger, Loutre 2002; Loutre, 2003; Wang et al., 2003; Raynaud et al., 2005; Yin, Berger, 2010, 2012), MIS 11 is an extraordinarily long interglacial period that occurred some 400.000 years ago and lasted for about 30.000 years. During this period there were weak, astronomically induced changes in the distribution of solar energy reaching the Earth. The conditions of this orbital climate forcing are similar to Holocene interglacial period, and they rendered the climate susceptible to changes in the level of

atmospheric carbon dioxide (Raynaud et al., 2005). Another paleoclimatic and sea-level situations have been established for the MIS 9 induced changes in the Earth's orbital parameters. The differences in the paleoclimatic and sea-level position between two stages indicate strengthening of carbon dioxide concentration, and it is quite obvious that global carbon cycles have own reaction to changes of orbital character and own history which is not caused by a glacial periodicity as an original cause (Wang et al., 2003; Raynaud et al., 2005; Yin, Berger, 2010, 2012). The sea-level position during 11-9 MIS connected with a volume of melting ice sheets, is a very difficult task too. A number of paleogeographic proxy data have provided insights into paleoclimatic changes and sea-level position during these interglacials. There are several point of view on amplitudes sea-level rise during MIS 11 transgression: more than +20 m a.m.s.l. (e.g. Pushkar et al., 1999; Hearty et al., 1999; Olson, Hearty, 2009), and near the recent sea-level position (e.g. Rohling et al., 2010). The analysis of such hypotheses based on the interpretation of shoreline and marine sediments in exposed outcrops, and oxygen-isotopic data and atmospheric CO₂ concentration changes respectively have been constructively carry out by Bowen (2010).

Phytoplankton providing the ability to live and high productivity by process of photosynthesis can reflect the changes in atmospheric carbon dioxide concentration. The Diatoms as photosynthetic microorganisms are marine primary producers and play an important role in carbon, silica and nutrient budgets of the World Ocean. Their important role is consisted in export of organic carbon to the deep sea and the efficiency of the biological pump for carbon dioxide exchange. It is quite admissible that diatom paleoproductivity efficiency change can correspond to such carbon cycles. From another hand, diatoms having sensitive and fast response to environment ecological changes and good preservation in sediments can be potentially used to reconstruct past climate and sea-level events. It's well known that zone of transition from continent to ocean is extremely sensitive to geological events. Therefore, such events should be recorded in the sediments and formations of geological bodies, especially in shelf deposits of the marginal arc-island systems.

The middle Pleistocene paleoclimatic fluctuations and sea-level changes were recorded in the deposits of upper units of the Golovnin Formation, Kunashiri Island (Kurile Arc System). The middle Pleistocene age of the deposits was established by paleomagnetic,

diatom and pollen analysis. Numerous tephra beds were used as age and correlation markers. The deposits were formed during interglacial-glacial climatic and transgressive-regressive cycles, corresponding to MIS 11-9. Evolution of interbedded marine and terrestrial sedimentary environments was reconstructed. The sea-level was raised to 20-25 m above modern sea level (a.m.s.l.) in the first transgressive phase time (11 MIS), and to 5 m a.m.s.l. in the second transgressive phase time (9 MIS). The tuff units and hiatus are corresponded to regressive phases. The Kunashiri tectonic uplift rate was estimated at 0.3-0.4 mm/year. The differences in paleoenvironment between 11 and 9 MIS allows us to suppose that warm climate and high sea-level position during extraordinarily long interglacial period MIS 11 in the Earth's history were not forced only by Earth's orbital changes and solar insolation. During this period there were weak, astronomically induced changes in the distribution of solar energy reaching the Earth. The 11 MIS condition rendered the climate susceptible to other forcing may be to changes in the level of atmospheric carbon dioxide recorded by a very high photosynthetic diatom paleoproductivity. The correlation of the middle Pleistocene paleogeographic events between Kunashiri Island, Japan, Chukotka and Alaska was carried out.

Berger A., Li X.S., Loutre M.F. Modelling northern hemisphere ice volume over the last 3 Ma // *Quaternary Science Reviews*. 1999. Vol. 18. P. 1–11.

Berger A., Loutre M.F. An exceptionally long interglacial ahead? // *Science*. 2002. № 297. P. 1287–1288.

Bowen D.Q. Sea level 400 000 years ago (MIS 11): analogue for present and future sea-level? // *Climate of the Past*. 2010. № 6. P. 19–29.

Hearty P.J., Kindler P., Cheng H., Edwards R.L. A +20m middle Pleistocene sea level highstand (Bermuda and the Bahamas) due to partial collapse of Antarctic ice // *Geology*. 1999. № 27. P. 375–378.

Loutre M.F. Clues from MIS 11 to predict the future climate – a modelling point of view // *Earth and Planetary Science Letters*. 2003. № 212. P. 213–224.

Olson S.L., Hearty P.J. A sustained +21 m sea level highstand during MIS 11 (400 ka): direct fossil and sedimentary evidence from Bermuda // *Quaternary Science Reviews*. 2009. Vol. 28. P. 271–285.

Pushkar V.S., Razzhigaeva N.G. Golovnin Formation of the Kunashiri Island (Kurile): stratigraphy and paleoenvironment of the formation // *Stratigraphy. Geological correlation*. 2003. Vol. 11. P. 492–504.

Pushkar V.S., Roof S.R., Cherepanova M.V., Hopkins D.M., Brigham-Grette J. Paleogeographic and paleoclimatic significance of diatoms from middle Pleistocene marine and glaciomarine deposits on Baldwin Peninsula, northwestern Alaska // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 1999. Vol. 152. № 1-2. P. 67–85.

Raynaud D., Barnola J.-M., Souchez R., Lorrain R., Petit J.-P., Duval P., Lipenkov V.Y. Palaeoclimatology: The record for marine isotopic stage 11 // *Nature*. 2005. № 436. P. 39–40.

Rohling E.J., Braun K., Grant K., Kucera M., Roberts A.P., Siddall M., Trommer G. Comparison between Holocene and Marine Isotope Stage-11 sea-level histories // *Earth and Planetary Science Letters*. 2010. № 291. P. 97–105.

Wang P., Tian J., Cheng X., Liu Q., Xu J. Exploring cyclic changes of the ocean carbon reservoir // *Chinese Science Bulletin*. 2003. Vol. 48. № 23. P. 2536–2548.

Yin Q.Z., Berger A. Insolation and CO₂ contribution to the interglacial climate before and after the Mid-Brunhes Event // *Nature Geoscience*. 2010. Vol. 3. № 4. P. 243–246.

Yin Q.Z., Berger A. Individual contribution of insolation and CO₂ to the interglacial climates of the past 800,000 years // *Climate Dynamics*. 2012. Vol. 38. P. 709–724.

В.Л.Разумовский
ВЫЯВЛЕНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ИЗМЕНЕНИЙ МАЛЫХ ГОРНЫХ ОЗЕР МЕТОДАМИ
ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА (ЗАПАДНЫЙ И ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
КАВКАЗ)

V.L.RAZUMOVSKIY. DETECTION OF LONG-TERM GEOECOLOGICAL
CHANGES IN MINOR MOUNTAIN LAKES BY DIATOM ANALYSIS METHODS
(WESTERN AND CENTRAL CAUCASUS)

ФГБУН Институт водных проблем РАН, Москва, Россия, nethaon@mail.ru

В отличие от горных районов Западной Европы, данные о колебаниях климата на Кавказе в позднем голоцене очень скудны (Моисеенко и др., 2012; Соломина и др., 2013). Диатомовые комплексы Западного и Центрального Кавказа практически не изучены. Необходимость изменить создавшуюся ситуацию и послужила основой для подготовки и выполнения проведенных исследований.

Основной целью проведенных исследований было изучение и реконструкция долговременных геоэкологических процессов в малых озерных экосистемах Западного и Центрального Кавказа по результатам диатомового анализа.

С 2009 по 2012 гг. было проведено 4 научных экспедиции, в которых был непосредственно отобран первичный материал (пробы озерных отложений).

Всего было обследовано 26 водоемов (озер и прудов) проточного и непроточного генезиса различной размерности от малой (менее 1 км²) до сверхмалой категории (менее 0.01 км²). Из обследованных водоемов, 15 располагаются в Республике Кабардино-Балкария, 10 – в Краснодарском Крае и один – в Республике Карачаево-Черкесия.

Колонки донных отложений были отобраны из 5 озер: оз. Донгуз-Орункель (Донгуз-Орун-Кель), оз. Каракель (Кара-Кель), оз.

Зеркальное, оз. Нижнее Хаймашинское и оз. Верхнее Хаймашинское.

Отбор озерных осадков осуществлялся стратометром ударно-закрывающего типа и озерным буром типа "бур Несье" (Nesje, 1992). Обработка проб осуществлялись по стандартным методикам (Давыдова, 1985).

Исследования постоянных препаратов проводились на различных моделях световых микроскопов. Параллельно проводилась микрофотосъемка с использованием разных моделей цифровых фотокамер. Электронно-микроскопические исследования проводили на сканирующих электронных микроскопах (СЭМ) моделей Jeol JSM-6380 и CamScan S2 на биологическом ф-те МГУ имени М.В.Ломоносова.

Определение возраста донных отложений водоемов проводились радиометрическим методом с использованием моделей датирования CRS и C1C на основе хронологии ^{10}Pb , в Институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН по стандартным методикам. Были применены: литологические, геохимические, изотопные и другие методы изучения на базе института минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения РАН (Дарьин, Калугин, 2012).

Помимо классических методов диатомового анализа был применен метод графического анализа таксономических пропорций в диатомовых комплексах (Разумовский, Моисеенко, 2009). В работе был также применен новый способ расчета численных значений pH и температуры в озерах (Разумовский, 2008; Моисеенко, Разумовский, 2009).

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы и заключения:

1. Продемонстрирована информативность и достоверность распознавания переотложенных (перемещенных) диатомовых комплексов методом графического анализа таксономических пропорций. Это было подтверждено геохимическими, литологическими и изотопными методами.

2. Сформированные в процессе работы биоиндикационные таблицы и унифицированная методика расчёта pH, температуры и сапробности, позволили достоверно установить процессы долговременных изменений этих параметров озерных вод.

4. В 5 обследованных озерах были констатированы долговременные процессы последовательного подщелачивания

озёрных экосистем. Эти процессы подтверждены современными гидрохимическими исследованиями.

5. Температурная приуроченность видов-индикаторов диатомовых водорослей позволяет установить достоверные тенденции изменения температуры водоёмов за длительный период (125–2000 лет).

6. На примере ледника Донгуз-Орун, установлена зависимость между деградацией ледникового покрова и значимым изменением показателя сапробности в озёрной экосистеме (оз. Донгуз-Орункёль).

Автор работы искренне признателен сотрудникам кафедры микологии и альгологии М.А. Гололобовой и Д.А. Чудаеву за постоянную помощь и консультации при обработке проб, идентификации таксономического состава в диатомовых комплексах, а также при работе на сканирующем электронном микроскопе.

Давыдова Н.Н. Диатомовые водоросли – индикаторы природных условий водоёмов в голоцене. Л., Наука, 1985. 244 с.

Дарьин А.В., Калугин И.А. Реконструкция климата Горного Алтая по данным литолого-геохимических исследований донных осадков озера Телецкое // Известия РАН. Сер. Географическая. 2012. № 6. С. 74–82.

Моисеенко Т.И., Разумовский Л.В. Новая методика реконструкции катионно-анионного баланса в озерах (диатомовый анализ) // Доклады Академии наук. Т. 427. № 1. С. 132–135.

Моисеенко Т.И., Разумовский Л.В., Гашкина Н.А., Шевченко А.В., Разумовский В.Л., Машуков А.С., Хорошавин В.Ю. Палеоэкологические исследования горных озёр // Водные ресурсы. 2012. Т. 39. № 5. С. 543–557.

Разумовский, Л.В. Новейшая история озера Борое по результатам диатомового анализа // Водные ресурсы. 2008. Т. 35. № 1. С. 98–109.

Разумовский Л.В., Моисеенко Т.И. Оценка пространственно-временных трансформаций озерных экосистем методом диатомового анализа // Доклады Академии наук. 2009. Т. 429. № 3. С. 274–277.

Соломина О.Н., Калугин И.А., Александрин М.Ю., Бушуева И.С., Дарин А.В., Долгова Е.А., Жомелли В., Иванов М.Н., Мацковский В.В., Овчинников Д.В., Павлова И.О., Разумовский Л.В., Челурная А.А. Бурение осадков оз. Каракель (долина р. Теберда) и перспективы реконструкции истории оледенения и климата голоцена на Кавказе // Лёд и Снег. 2013. № 2(122). С. 102–111.

Nesje A. A piston corer for lacustrine and marine sediments // Arctic and Alpine Research. 1992. Vol. 24. № 3. P. 257–259.

Л.В.Разумовский

**МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ХАРАКТЕР РАЗРАБОТАННОГО
МЕТОДА ГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННО-
ВРЕМЕННЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ ПРЕСНОВОДНЫХ СИСТЕМ**

L.V.RAZUMOVSKIY. INTERDISCIPLINARY CHARACTERISTICS OF A NEW
FRESHWATER SYSTEM SPATIO-TEMPORAL GRAPH TRANSFORMATION
ANALYSIS METHOD

ФГБУН Институт водных проблем РАН, Москва, Россия,
l.razumovskiy1960@mail.ru

Первоначально метод графического анализа был разработан при анализе донных комплексов диатомовых водорослей из озерных осадков. Были исследованы более 100 озер из различных регионов Европейской части России (Разумовский, Моисеенко, 2009; Разумовский, 2012). Аналогичные закономерности были установлены для проточных водоемов.

При анализе таксономической структуры пресноводных диатомовых комплексов было выделено три сценария их трансформации. Два сценария развиваются при воздействии на экосистему извне. Третий сценарий может развиваться в экосистеме, если меняются физико-химические свойства самой водной среды или морфометрические параметры водоема.

Основным результатом многолетних исследований было наглядное подтверждение фазовых переходов экосистем из одного состояния в другое при внешнем воздействии и их достоверное разделение на "простые" и "сложные" по числу видов в структурообразующих группах, которые поддерживают трофометаболическую целостность экосистемы (Разумовский, 2012).

Сходные закономерности были отмечены для других структурообразующих групп из пресноводных экосистем (фитопланктон, бактериопланктон и др.) (Долгоносков и др., 2006).

Перспективность разработанного метода графического анализа и возможность его междисциплинарного применения была наглядно продемонстрирована при изучении совершенно иных "сложных" систем. Первопричиной исследований стали динамические воздействия работающих гидросооружений Жигулевской ГЭС на акваторию водохранилища, береговую линию, грунты обрамляющих территорий и расположенные там строительные объекты. Наблюдения продолжались с 1999 по

2013 г. За базовую концепцию была принята типизация нециклических трансформаций пресноводных экосистем (Разумовский, Шумакова, 2014). Этот методологический подход при построении графиков зависимости выделенных параметров позволил сделать однозначный вывод: в 2003 г. произошел "слом" системы и ее возврат в исходное состояние вряд ли возможен.

Аналогичные закономерности были выделены на другом типе гидрологических структур: при анализе маловодных фаз на 122 малых реках Европейской части России было достоверно продемонстрировано наличие фазового перехода от одного стационарного уровня полноводности к другому уровню (Болгов, Филиппова, 2006). Очевидно, что в данном случае определенный уровень водности поддерживался в каждой из проанализированных рек как признак "целостности" этой системы. Однако в определенный момент совокупность внешних климатических факторов превысила порог устойчивости речной системы и произошел фазовый (пороговый) переход аналогичный вышеописанным случаям.

Несомненно, информативность полученных результатов определяется в случае анализа таких гидрологических структур как водохранилища и малые реки тем, что проанализированные совокупности, образуют "сложную" систему, которую, с теми или иными оговорками, можно отнести к биофоническим системам (Ретеюм, 1988).

Болгов М.В., Филиппова И.А. Пороговые стохастические модели минимального стока // Метеорология и гидрология. 2006. № 3. С. 75–85.

Долгоносев Б.М., Корчагин К.А., Мессинева Е.М. Модель флуктуации бактериологических показателей качества речной воды // Водные ресурсы. 2006 Т. 33. № 6. С. 686–700.

Разумовский Л.В. Оценка трансформации озерных экосистем методом диатомового анализа. М., Геос, 2012. 199 с.

Разумовский Л.В., Моисеенко Т.И. Оценка пространственно-временных трансформаций озерных экосистем методом диатомового анализа // Доклады Академии наук. 2009. Т. 429. № 3. С. 274–277.

Разумовский Л.В., Шумакова Е.М. Метод графического описания (анализа) возможных трансформаций территориальных полузамкнутых систем природного и антропогенного происхождения (генезиса) // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т. 16. № 5(5). С. 1561–1570.

Ретеюм А.Ю. Земные миры. М.: Мысль, 1988. 266 с.

А.Г.Русанов¹, Е.Аш²
АНАЛИЗ БЕТА-РАЗНООБРАЗИЯ СООБЩЕСТВ
ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПЕРИФИТОНА И МАКРОФИТОВ
ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

A.G.RUSANOV, E.ACS. ANALYSIS OF BETA DIVERSITY OF PERIPHYTIC
DIATOM AND MACROPHYTE COMMUNITIES OF THE LAKE LADOGA

¹Институт озероведения РАН, Санкт-Петербург, Россия,
a_rusanov@yahoo.com

²Дунайский исследовательский институт, Центр экологических исследований
ВАН, Будапешт, Венгрия, acs.eva@okologia.mta.hu

Бета- или дифференцирующее разнообразие, определяемое как степень изменчивости видового состава и структуры сообществ между однородными по параметрам среды локальными местообитаниями, связывает точечное биоразнообразие (альфа-разнообразие) с региональным пулом видов (гамма-разнообразие) (Мэгарран, 1992). Наблюдающиеся в последнее время возрождение интереса к вопросу о механизмах поддержания биоразнообразия было вызвано публикацией концепции нейтрализма, выдвинутой С. Хаббелом (Hubbell, 2001). Согласно общепринятой концепции, сосуществование видов в многовидовом сообществе возможно за счет расхождения экологических ниш (Tilman, 1982). Напротив, концепция нейтрализма исходит из того, что все виды в сообществе экологически идентичны благодаря сходству их демографических показателей, например, скорости расселения (Hubbell, 2001).

В биологических сообществах нишевые и нейтральные механизмы действуют одновременно (Гиляров, 2010; Gravel et al., 2006). Например, известная в биогеографии закономерность – снижение сходства видовой структуры с увеличением расстояния между пробами – находит логическое объяснение с позиции обеих концепций. Согласно теории экологической ниши, падение сходства структуры с расстоянием происходит благодаря снижению сходства параметров среды. Согласно нейтралистской концепции, падение сходства с увеличением расстояния будет наблюдаться даже в полностью однородной среде в результате ограничения расселения организмов. Скорость расселения зависит как от пространственной организации ландшафта, так и от расселительной способности самих организмов. Размер (масса) тела является одной из видовых характеристик, от которых

зависит способность организмов к расселению (De Bie et al., 2012). Сравнительный анализ микро- и макроорганизмов показал, что более резкое падение сходства видовой структуры с расстоянием отмечалось в сообществах макроорганизмов, характеризующихся низкой способностью к расселению (Soininen et al., 2007; De Bie et al., 2012).

В данной работе проведен сравнительный анализ бета-разнообразия сообществ диатомовых водорослей перифитона и макрофитов Ладожского озера с использованием двух подходов. Первый подход основан на анализе зависимости "дистанция-сходство". Ожидалось, что макрофиты будут иметь более значительное падение сходства структуры с увеличением дистанции между пробами по сравнению с диатомовыми водорослями, поскольку у макроорганизмов расселительная способность ниже, чем у микроорганизмов. Второй подход, основанный на методах ординации, позволяет прямо оценить относительный вклад факторов среды и распространения в изменчивость видовой структуры сообщества. Причем пространственные переменные, сгенерированные на основе географических координат проб, являются эрзац-переменными, отражающими процессы распространения организмов (Legendre et al., 2005). Поскольку расселительные способности макроорганизмов ограничены, предполагалось, что пространственные переменные будут вносить более существенный вклад в изменчивость структуры сообщества макрофитов, а факторы среды – в изменчивость сообщества диатомовых водорослей перифитона.

Описание водной растительности и отбор проб перифитона проводились на 36 станциях в литоральной зоне Ладожского озера (Русанов, 2013; Rusanov, Ács, 2012). Одновременно с отбором проб учитывались гидрохимические показатели (концентрация общего фосфора ($P_{\text{общ}}$), удельная электропроводность (УЭП) и pH). Геоморфологические параметры (уклон дна и открытость литорали) определялись по топографической карте. Для тестирования зависимости "дистанция-сходство" использовался коэффициент сходства Жаккара. Оценка относительного вклада абиотических факторов и пространственных переменных в изменчивость видовой структуры проводилась при помощи частного анализа канонических корреляций (Borcard et al., 1992).

Анализ зависимости "дистанция-сходство" показал, что в обоих сообществах наблюдалось статистически достоверное падение сходства видового состава с увеличением дистанции между пробами. Однако у макрофитов линия регрессии имела более крутой угол наклона, свидетельствуя о более высоком бета-разнообразии макрофитов по сравнению с диатомовыми водорослями.

Анализ канонических корреляций выявил зависимость пространственной структуры обоих сообществ от геоморфологического строения литорали (уклон дна) и гидрохимических показателей ($P_{\text{общ}}$, УЭП). Частный анализ канонических корреляций показал, что у макрофитов вклад пространственных переменных в изменчивость видовой структуры был сопоставим с вкладом факторов среды. Напротив, у диатомовых водорослей вклад факторов среды существенно превышал вклад пространственных переменных. Эти различия между двумя группами организмов указывают на то, что более высокая расселительная способность диатомовых водорослей способствует более эффективному отклику на изменение факторов внешней среды.

Таким образом, наши результаты, в целом, подтвердили установленные ранее закономерности в формировании биоразнообразия, связанные с различиями в расселительной способности микро- и макроорганизмов. Однако в основе установленной зависимости падения сходства видовой структуры с увеличением расстояния лежат разные процессы. Если в сообществе макрофитов сходство структуры близлежащих проб связано с ограничением расселения, то в сообществе диатомовых водорослей гомогенность структуры достигается за счет интенсивного пассивного переноса между соседними местообитаниями.

Гильяров А.М. В поисках универсальных закономерностей организации сообществ: прогресс на пути нейтрализма // Журнал Общей Биологии. 2010. Т. 71. № 5. С. 386–401.

Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 181 с.

Русанов А.Г. Пространственная структура сообщества макрофитов Ладожского озера и факторы, ее регулирующие // Ладога. СПб.: Нестор-История, 2013. С. 253–259.

Borcard D., Legendre P., Drapeau P. Partialling out the spatial component of ecological variation // Ecology 1992. Vol. 73. P. 1045–1055.

De Bie T., De Meester L., Brendonck L., et al. Body size and dispersal mode as key traits determining metacommunity structure of aquatic organisms // *Ecology Letters*. 2012. Vol. 15. P. 740–747.

Gravel D., Canham C.D., Beaudet M., Messier C. Reconciling niche and neutrality: the continuum hypothesis // *Ecology Letters*. 2006. Vol. 9. P. 399–409.

Hubbell S.P. The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, 2001. 448 p.

Legendre P., Borcard D., Peres-Neto P.R. Analyzing beta diversity: Partitioning the spatial variation of community composition data // *Ecological Monographs*. 2005. Vol. 75. P. 435–450.

Rusanov A.G., Ács É. Spatial distribution of epiphytic diatoms in relation to environmental factors in the Lake Ladoga // XXII International Diatom Symposium. Abstracts. Ghent, Belgium: Aula Academica. VLIZ Special Publication, 2012. №. 58. P. 95.

Soininen J., Lennon J.J., Hillebrand H. A multivariate analysis of beta diversity across organisms and environments // *Ecology*. 2007. Vol. 88. P. 2830–2838.

Tilman D. Resource competition and community structure. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, 1982. 296 p.

Н.И.Русова

**ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВО ВОД В ОЗЕРЕ РАМЗА ПО
СООБЩЕСТВАМ НИЗШИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ**

**N.I.RUSOVA. QUALITY CHANGES IN THE WATER OF LAKE RAMSA
ACCORDING TO LOWER ALGAE COMMUNITY**

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия,
nadezhda_minnikova@mail.ru

Уникальными по видовому разнообразию являются сообщества низших водорослей, которые обнаружены в проточно-русловом мелководном озере Рамза в среднем течении р. Вороны в пределах государственного природного заповедника "Воронинский" (Анциферова, Борисова, 2009). Широко развитые заросли высшей водной и водно-погруженной растительности выступают как биологические фильтры, которые способствуют формированию процессов самоочищения водной среды (Анциферова, 2005).

Изучение эколого-биологического качества вод оз. Рамза начиная с 2007 по 2014 гг. выявило ряд особенностей. Они выражаются в том, что ксеносапробные виды представлены здесь в заметных количествах. Произведения баллов валентной сапробности ксеносапробов сопоставимы с таковыми для мезосапробных и олигосапробных видов. Значимость распространения ксеносапробных видов трудно переоценить. Они

выступают в качестве самостоятельной группы организмов, имеющих особое значение в оценке экологического состояния водной среды, поскольку характерны для очень чистых и чистых природных вод. По сути, в данных условиях возникает необходимость выделения ксеносапробной зоны в качестве самостоятельного фактора, характеризующего качество вод (Анциферова, Минникова, 2011).

Для оценки состояния процессов самоочищения, происходящих в оз. Рамза, детально анализируются суммы баллов не только χ -ксеносапробных, но и β -мезосапробных и α -мезосапробных, олигосапробных и полисапробных видов диатомей. В 2007–2009 гг. суммы баллов β -мезосапробных видов составляют от 350 до 1050 и α -мезосапробных – от 239 до 552. Тип β -мезосапробных вод является доминирующим. Это свидетельствует об активно протекающих процессах самоочищения вод с преобладанием окисления. Достаточно высокое распространение видов олигосапробов, суммы баллов которых достигают от 120 до 588, отражает состояние процессов законченного окисления, способствующих переработке органических загрязнений до образования минерального субстрата. Полисапробные организмы в сообществах низших водорослей имеют ограниченное распространение. Их присутствие отмечено лишь в точках "Русловой поток из оз. Рамза" – 35, и "Впадение р. Ворона в оз. Рамза" – 8. Они указывают на существование зон, в которых наблюдается очень низкое содержание кислорода и большие концентрации растворенной углекислоты. Это способствует интенсивному разложению органического вещества с образованием в донных осадках сернистого железа и сероводорода. В конечном итоге совокупность данных окислительно-восстановительных процессов предопределяет эффективность самоочищения вод (Анциферова, Минникова, 2011). Суммы баллов видов ксеносапробов, обитающих в природных чистых водах, составляют от 6 в точке "Впадение р. Ворона в оз. Рамза" до 270 – точка "Центр оз. Рамза", что также подчеркивает достаточно высокое качество вод.

К этому следует добавить, что и увеличение суммы баллов ксеносапробов указывает на улучшение класса качества вод. Так, например, в точке "Северо-западная часть оз. Рамза" сумма ксеносапробов равна 154, при индексе сапробности по Пантле-Букку 1.11, что соответствует 2 классу вод "Чистые" (Барина и

др., 2006).

В период с 2010–2012 гг. сумма баллов ксеносапробов несколько уменьшается. Так, в точке "Северо-западная часть оз. Рамза", количество видов ксеносапробов равна 11, при индексе сапробности 2.08. Сумма баллов β -мезосапробных видов составляют от 350 до 917 и α -мезосапробных – от 43 до 407. Класс качества вод в периоде с 2010–2012 гг. повсеместно соответствует 3 классу "Умеренно (слабо) загрязненные" (Барина и др., 2006).

В период с 2013–2014 гг. анализ данных показал, что сумма баллов ксеносапробов составил от 12 до 46, β -мезосапробных видов составляют от 182 до 492 и α -мезосапробных – от 37 до 135, олигосапробы от 85 до 265. Класс качества вод соответствует 3 классу "Умеренно (слабо) загрязненные" (Барина и др., 2006).

Показатели класса вод совместно с анализом соотношения зон сапробности подтверждают достоверность выводов о достаточно высоком эколого-биологическом качестве вод оз. Рамза. Эколого-биологическое благополучие и многообразие местообитаний в озере является предпосылкой для развития богатых в видовом отношении сообществ диатомовых водорослей.

Анциферова Г.А. Биоиндикация в геоэкологии: об эвтрофировании межледниковых, голоценовых и современных поверхностных водных систем бассейна Верхнего Дона // Вестник Воронежского университета. Серия Геология. 2005. № 1. С. 240–250.

Анциферова Г.А., Борисова Л.Е. Озера долины реки Вороны как естественный современный рефугиум диатомовых водорослей в центра Восточно-европейской равнины // Вестник Воронежского университета. Серия География. Геоэкология. 2009. № 2. С. 85–92.

Анциферова Г.А., Минникова Н.И. Виды ксеносапробы в сообществах низших водорослей как показатель эколого-биологического качества воды // Материалы XIII Российской конференции "Проблемы современной палинологии". Сыктывкар, 2011. С. 249–252.

Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Разнообразие водорослей-индикаторов в оценке качества окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.

Ф.В.Сапожников¹, О.Ю.Калинина¹, М.А.Никитин²
МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И РАЗМЕРНЫЕ МОДИФИКАЦИИ
ЭВРИГАЛИННОЙ ДИАТОМЕИ *HALAMPHORA NORMANII* ПРИ
РОСТЕ НА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ БЕЗ КРЕМНИЯ

PH.V.SAPOZHNIKOV, O.YU.KALININA, M.A.NIKITIN. MORPHOLOGICAL AND
DIMENSIONAL MODIFICATION OF EURYHALINE DIATOMS *HALAMPHORA*
NORMANII WITH THE GROWTH OF THE SHORTAGE OF SILICAS

¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия,
fil_aralsky@mail.ru

²Институт физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского МГУ имени
М.В.Ломоносова, Москва, Россия, nikitin.fbb@gmail.com

Бентическая диатомея *Halamphora normanii* (Rabenhorst) Levkov была изначально описана как пресноводный вид, населяющий поверхность влажных скал. В 2004 г. она впервые была отмечена в Большом Аральском море (Sapozhnikov et al., 2010). В тот период все водные местообитания Большого Арала относились к ультрагалинным (Zavialov et al., 2005). С 2004 по 2014 гг. общая минерализация вод Западного бассейна Большого Арала неуклонно росла на интервале от 90 до 132 ppt. На протяжении этого времени *Halamphora normanii* здесь являлась доминантом донных альгоценозов, населявших поверхность минерального субстрата на глубинах до 2-3 м.

Вид обильно развивался на соляных корках, устилающих дно моря на пространствах ультра-мелководной зоны, подверженной влиянию сгонно-нагонных колебаний уровня воды; входил в состав фоновой группы на поверхности скал в зоне прибоя, покрытых щёткой соляных кристаллов, а также на поверхности песчинок по урезу воды в заливе Чернышова, где ниже нулевой отметки глубин эукариотическая жизнь в грунте отсутствует полностью по не объяснённым пока причинам; жил на мирабилитовом кристаллическом дне Восточного бассейна при минерализации 211 ppt в июне 2008 г. (Завьялов и др., 2012).

Осенью 2014 г. эта диатомея была отмечена в Малом Арале при минерализации 10.7-11.1 ppt, в оз. Тщebas при 91.9-91.97 ppt и в Западном бассейне Большого Арала при 115-131.67 ppt. Эти данные позволяют нам рассматривать *Halamphora normanii* как вид широко эвригалинный, а также высоко толерантный к изменению температуры среды в широких пределах. В пользу этого свойства свидетельствует существенный суточный перепад

температуры на поверхности влажной соляной корки на которой вид обильно развивается в летне-осеннее время.

Мы предприняли попытку культивации *Halamphora normanii* как экстремо-толерантного вида, способного производить большое количество липидов. Целью вывода в культуру было получение штамма, перспективного в качестве биологического сырья для производства биотоплива. Как субстрат для культивации использовали жидкую карбонатную среду, применяемую для выращивания цианобактерий и, попутно, диатомей из щелочных озёр. Среда была модифицирована путём доведения концентрации NaCl до 40 г/л, что дало возможность имитации уровня минерализации вод Большого Арала хотя бы на уровне середины 90-х годов XX столетия, когда воды моря перешли гипергалинный рубеж. Тем не менее, при составлении среды выпал из внимания важный компонент – кремний, поскольку он не входит в состав карбонатных сред, изначально предназначенных для культивации цианобактерий из содовых озёр. Таким образом, клетки *Halamphora normanii*, полученные из природного биотопа на поверхности влажных скал на берегу Большого Арала, начали интенсивно размножаться в условиях острого дефицита кремния. Единственным источником этого элемента в среде, на которой они росли в пластиковой посуде, были отмершие створки диатомей, привнесённые с дикого известняка вместе с живыми клетками.

В первую неделю культивации клетки *Halamphora normanii* демонстрировали устойчивый рост, колонизируя исключительно поверхность волокнистых кристаллов, выпадающих из среды. К концу недели размеры клеток существенно уменьшились, началась массовая аукоспоризация. Тем не менее, наблюдаемые в большом количестве шаровидные аукоспоры диаметром до 30 мкм так и не смогли одеться в кремниевые панцири – концентрация элемента в среде оказалась ниже необходимой для завершения этого процесса. Аукоспоры погибли.

Однако на этом развитие вида в культуре не завершилось. Многие клетки, не перешедшие к аукоспоризации, продолжили размножаться делением. Их численность оказалась достаточно высокой (не менее 40% от общего обилия), чтобы культура продолжила рост. При этом, размеры панцирей уменьшались и далее менялась их морфология.

В популяции, взятой с поверхности скалы, размеры панцирей изменялись в пределах 8.7-37.14 мкм по длине (в среднем 17 ± 3.59

мкм, с преобладанием фракции 15.82-19.27 мкм – 41.18% особей) и 3.04-5.16 мкм по ширине (в среднем $3,95 \pm 0,43$ мкм, с преобладанием фракции 3.57-4.37 мкм – 64.7% особей). В то же время, в культуре через две недели от начала культивации мы наблюдали принципиально иное распределение размеров диатомей: здесь длина панциря изменялась в пределах 4.56-23.69 мкм (в среднем 9.49 ± 2.69 мкм, с преобладанием фракции 6.95-9.34 мкм – 51% особей), а ширина – от 2.39 до 6.09 мкм (в среднем – 3.77 ± 0.64 мкм, с преобладанием фракции 3.31-4.24 мкм – 56.74%).

Таким образом, в культуре, две недели росшей в условиях острого дефицита кремния, стали преобладать клетки, существенно меньшей средней длины, нежели в дикой популяции, а минимальный размер особей уменьшился с 8.7 до 4.56 мкм – почти в два раза.

На фоне уменьшения размеров произошли метаморфозы по форме панциря: особи длиной до 6.3 мкм имели эллиптическую и ланцетно-эллиптическую форму панцирей; ланцетно-полулунные панцири с едва оттянутыми концами встречались в диапазоне 6.4-12.2 мкм; ланцетно-полулунные с закруглёнными концами – в диапазоне от 7.9 до 9.8 мкм; ланцетно-полулунные с оттянутыми на брюшную сторону концами имели длину от 8.9 до 12 мкм; очертания, характерные для вида согласно диагнозу (Stepanek, 2011), начинались у панцирей длиной от 13.7 мкм. Отметим, что в дикой популяции формой панциря, характерной для вида по диагнозу, отличались особи длиной от 9 мкм.

Число штрихов у экземпляров через две недели культивирования чётко коррелировало с длиной панциря, будучи связано с ней по формуле: $y = 3.0213x - 2.4907$ ($R^2 = 0.97$). Отметим также, что при измельчании панцирей у многих особей проявлялись нарушения морфологии шовного аппарата: у экземпляров длиной от 4.7 до 9.6 мкм наблюдали зачаток третьей щели шва – над одной из двух диагностически характерных, параллельно к ней, или же над центральным узелком; у эллиптических особей размером менее 5 мкм на створке могли присутствовать две шовные щели – одна диагностически характерная, а другая – зачаточная, расположенная параллельно. Таким образом, вид обладает механизмами адаптации не только к широкому диапазону минерализации и температуры, но и к дефициту кремния.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 12-04-01716-а, Программы № 28 Президиума РАН "Проблемы происхождения жизни и становления биосферы".

Завьялов П.О., Арашкевич Е.Г., Бастида И., Сапожников Ф.В. и др. Большое Аральское море в начале XXI века. Физика, биология, химия. М.: Наука, 2012. 228 с.

Sapozhnikov F.V., Arashkevich E.G., Ivanishcheva P.S. Biodiversity // Kostianoy A.G., Kosarev A.N. (Eds.). The Aral Sea Environment. The Handbook of Environmental Chemistry. 2010. Vol. 7. P. 235-282.

Stepanek J. Halamphora normanii // Diatoms of the United States, 2011. http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/halamphora_normanii

Zavialov P.O. Physical oceanography of the Dying Aral Sea. Berlin, Heidelberg: Springer, 2005. 154 p.

О.Н.Скоробогатова

СОСТАВ ВОДОРΟΣЛЕЙ NAVICULACEAE В РЕКАХ МАЛАЯ И СЕВЕРНАЯ СОСЬВА (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

O.N.SKOROBOGATOVA. THE STRUCTURE OF ALGAE NAVICULACEAE IN MALAYA SOSVA RIVER AND SEVERNAYA SOSVA RIVER (WESTERN SIBERIA)

ФГБУ ВПО Нижневартковский государственный университет, Нижневартовск, Россия, Olnics@yandex.ru

Река Северная Сосьва протекает по Западно-Сибирской равнине, на территории Ханты-Мансийского автономного округа Югра. Является левым притоком р. Оби на 287 км от ее устья. Длина реки – 754 км, образуется слиянием рек Большая (длина 69 км) и Малая Сосьва (484 км) (Комплексная ..., 2013).

Данные, представленные в работе, получены в ходе экспедиции аккредитованным испытательным центром, сотрудниками научной лаборатории геоэкологических исследований Нижневартковского государственного университета. Альгологические исследования проведены в районе устья р. Малая Сосьва (рабочий поселок городского типа (рпгт) Игрим), среднего и нижнего течения р. Северная Сосьва (рпгт Игрим и Березово соответственно). Материалом послужили 13 планктонных и 32 бентосных проб, отобранных в период с 27 сентября по 3 октября 2010 г. Изучены пробы пены на воде, соскобы налетов с камней, с высшей водной растительности, деревянных и металлических предметов, слизистые скопления и др.

Материал собран и обработан классическими, общепринятыми в альгологии методами на кафедре экологии НВГУ г. Нижневартовска. Постоянные препараты изучены с помощью микроскопа "Nikon" с кратностью увеличения 20x100. При систематическом анализе навикулоидных диатомовых использована классификация, принятая в сводке Диатомовые ... (1988, 1992) с учетом ревизий в выявленных родах (Lange-Bertalot, 2001; Kharitonov, Genkal, 2012; Dorofeyuk, Kulikovskiy, 2012 и др.).

В период исследований отмечен крайне низкий осенний уровень воды, который не является характерным для данного региона. Вода, отступив от коренных берегов на 180-240 м, обнажила песчано-заиленное дно с валунным материалом в устьевом створе р. Малая Сосьва (далее М. Сосьва) и галечно-песчаное в створе среднего участка р. Северная Сосьва (далее С. Сосьва). Наиболее обычным явлением этого времени года является осенний подъем воды.

По оригинальным наблюдениям ширина реки М. Сосьва составляла 62 м, глубина – 5.3 м, скорость течения – 0.8 м/сек. Температура воды в русле не превышала 8°C, прозрачность – 48 см, цветность песочно-желтого цвета, активность водородного показателя – 6.8.

Ширина р. С. Сосьва в ее среднем и нижнем течении составляла 186 м, глубина – 9.3 м, скорость течения – 0.7 м/сек, температура воды – 7-4°C соответственно. Прозрачность для региона высокая – 120 см, цветность колебалась в диапазоне от слабо опалесцирующего до песочного оттенка, pH 6.4. Кроме того, в нижнем течении р. С. Сосьва наблюдали выпадение обильных осадков в виде снега (пурга). Высота снежного покрова в районе береговой зоны достигла 20-22 см, pH снега составлял 4.5, на воде сформировалась шуга.

В литературных источниках (Куксн и др., 1972) указано 9 таксонов диатомовых водорослей рангом ниже рода, обнаруженных в русле р. С. Сосьва, в районе пгт Березово.

В ходе оригинальных исследований разнообразие водорослей в водохозяйственном участке р. С. Сосьва составило 244 видовых и внутривидовых таксонов (далее ввт), из них 147 выявлено в отделе диатомовых, 19 ввт приходится на семейство Naviculaceae.

Разнообразие Naviculaceae по участкам отличалось не кардинально: устье р. М. Сосьва – 16 видов, среднее течение р. С.

Сосьва – 13, нижнее течение р. С. Сосьва – 16. Поэтому водоросли семейства анализируются не отдельно по участкам, а общим составом рассмотренного водохозяйственного участка (ВХУ).

Naviculaceae ВХУ р. С. Сосьва составляют 13% общего состава диатомовых водорослей, занимают вторую позицию в спектре выявленных семейств отдела, первыми в этом списке являются Eunotiaceae (15%).

В составе семейства Naviculaceae найдено 13 родов, из них род *Navicula* наиболее многочисленный, включает 7 ввт: *Navicula cryptocephala* Kütz. var. *cryptocephala*, *N. cryptocephala* var. *lata* Poret. et Anissim., *N. dicephala* Ehr., *N. radiosa* Kütz., *N. reinhardtii* Østrup, *N. tripunctata* (O.Müll.) Bory, *N. viridula* (Kütz.) Ehr.

В роде *Sellaphora* насчитывается 3 вида: *Sellaphora pupula* (Kütz.) Meresch., *S. parapupula* Lange-Bert. и *S. rectangularis* Lange-Bert. et Metzeltin.

На третьей позиции род *Craticula*, который включает 2 вида: *Craticula cuspidata* (Kütz.) Mann et Round f. *cuspidata* и *C. cuspidata* f. *primigena* Dipp.

Семь родов относятся к одновидовым, в которых наблюдаются следующие виды: *Adlafia minuscula* (Grun.) Lange-Bert., *Caloneis silicula* (Ehr.) Cl., *Decussata placenta* (Ehr.) Lange-Bert., *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh., *Hippodonta capitata* (Ehr.) Lange-Bert., Metz. et Witk., *Mayamaea atomus* (Kütz.) Lange-Bert. и *Muelleria gibbula* (Cl.) Spaulding et Stoermer.

Таким образом, в семействе отмечается 12 родов, относящихся к маловидовым, что отражает характерные особенности альгологических сообществ высоких широт, доминанты не выражены. Общими для всех трех участков являются 13 ввт. Высокая доля общих для всех участков реки водорослей и невысокая специфичность свидетельствует о сходных экологических условиях в русле реки. К специфичным родам, т.е. встреченным только на одном из исследованных участков р. С. Сосьва относится род *Mayamaea*, который отмечен в нижнем течении р. С. Сосьвы и *Caloneis*, отмеченный в устье р. М. Сосьвы.

Роль важного функционального звена в исследованных реках играют *Hippodonta capitata*, *Navicula cryptocephala*, *N. radiosa*, *Sellaphora pupula*, *S. parapupula* и *S. rectangularis*.

Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. СПб., 1988. Т. I. Вып. 1. 116 с.

Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. СПб., 1992. Т. II. Вып. 2. 125 с.

Комплексная оценка состояния водных объектов и водно-ресурсного потенциала в бассейне реки Северная Сосьва / В.В. Козина, Е.А. Коркина (ред.). Нижневартовск, 2013. 143 с.

Dorofeyuk N.I., Kulikovskiy M.S. Diatoms of Mongolia. Moscow, 2012. 366 p.

Kharitonov V.G., Genkal S.I. Diatoms of the Elgygytgyn Lake and its vicinity (Chukotka). Magadan: Far-Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 2012. 402 p.

Lange-Bertalot H. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia* // Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. 2001. Vol. 2. 526 p.

А.А.Снигирева
УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СООБЩЕСТВ
ФИТОПСАММОНА ОДЕССКОГО ЗАЛИВА ЧЕРНОГО МОРЯ
A.A.SNIGIROVA. CONDITIONS OF PHYTOPSAMMIC COMMUNITIES
FORMATION IN ODESSA GULF

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова, Одесса,
Украина, snigireva.a@gmail.com

Песчаный контур моря является одной из зон, наиболее подверженных антропогенному воздействию (Зайцев, 2015). При взаимодействии двух совершенно разных по природе сред "моря и суши" наблюдается активизация физико-химических и биологических процессов, что в результате отражается в высоком таксономическом разнообразии и производительных характеристиках гидробионтов (Zaitsev, 2012). С конца прошлого века на побережье Черного моря активно проводятся исследования биоразнообразия фитопсаммона (Гусляков, 2002; Гаркуша и др., 2012; Ковтун, 2012), однако недостаточно внимания уделяется количественному распределению и анализу влияния факторов среды на микроводоросли псаммона.

С целью изучения влияния на фитопсаммон 12 факторов среды на пяти станциях в Одесском заливе были отобраны пробы псаммона осенью 2006 (холодноводный период) и летом 2007 г. (тепловодный период) в трех биотопах: зоне заплеска, временных водоемах, у выхода дренажных вод. Анализировался фитопсаммон на участках песка с разной увлажненностью. Количественные пробы собирали трубкой площадью сечения 5.3 см² на расстоянии 0-5 м от уреза воды в трех повторностях.

Микроводоросли изучали в поверхностном 2-см слое песка. Для фиксации проб фитопсаммона использовали формалин (4%).

Номенклатура водорослей приведена по (Разнообразие водорослей ..., 2000; Round et al., 1990), с последующими дополнениями (Witkowski et al., 2000; Algae of Ukraine, 2009), а также по международному электронному каталогу водорослей www.algaebase.org (Guiry, Guiry, 2014).

Одновременно со сбором проб определяли следующие характеристики их среды обитания: объем ближайшего жизненного пространства, гранулометрический состав грунта и содержание илистой фракции; температуру, соленость воды; гидродинамическую активность волн, содержание биогенных веществ (соединений азота, фосфора и кремния) и токсичность воды.

С целью изучения влияния факторов на фитопсаммон в зависимости от сезона года использовался многомерный анализ соответствий (ССА), в который вошли 12 факторов среды и данные по численности 43 видов микрофитов псаммона, которые встречались не менее, чем в 3-5 пробах. Минимальная численность микроводорослей составляла 200 кл./см². Поскольку данные по численности были разделены на холодноводный и тепловодный периоды, фактор температуры не был включен в анализ.

В холодноводный период наиболее важными факторами были содержание кремния и гранулометрический состав грунта. Виды *Amphora caroliniana* Giffen, *Navicula pontica* (Mereschk.) A.Witkowski, Kulikovskiy, Nevrova et Lange-Bert., *N. salinarum* Grunow, *Amphora* sp.2, *Nitzschia hybrida* Grunow in Cleve et Grunow, *Chlamydomonas* sp. находятся под наибольшим влиянием размеров песчинок и отдают предпочтение более мелкой фракции песка. Диатомовые водоросли *N. cancellata* Donkin, *A. proteus* Greg., *Navicula* sp.1, в том числе планктонные виды *Pseudonitzschia seriata* (Cleve) H.Perag., *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve, развивались на более крупной фракции песка. Это связано с распределением указанных водорослей в зоне заплеска, где преобладает хорошо сортированный песок с более крупными песчинками.

Виды *Plagiotropis lepidoptera* (W.Greg.) Kuntze, *Amphora* sp.1, *Halamphora coffeaeformis* (C.Agardh) Levkov, *Rhicosphenia abbreviata* (C.Agardh) Lange-Bert., *Tryblionella acuminata* (W.Smith)

Grunow, *Planothidium delicatulum* (Kütz.) Round et Bukht., *P. lanceolatum* (Bréb. ex Kütz.) Lange-Bert. развиваются на хорошо сортированных песках. Большинство из этих видов являются эпипсаммитными или встречаются как в эпипсаммоне, так и в эпипелоне.

Основным фактором, определяющим распределение микроводорослей во временных водоемах, является гранулометрические коэффициенты (сортировка и медианный), ближайшее жизненное пространство, ортофосфат и соленость. Фитопсаммон временных водоемов представлен, главным образом, диатомовыми водорослями, для которых вклад оксида кремния также является важным. В зоне заплеска и выхода дренажных вод сильное влияние на микроводоросли оказывает минеральный азот и илистые фракции. Сообщества этих биотопов, главным образом, представлены диатомовыми, зелеными, динофитовыми, криптофитовыми водорослями и цианобактериями.

В тепловодный период года главным экологическим параметром, влияющим на распределение микроводорослей псаммона, является содержание минерального азота. Этот период охватывает конец гидробиологического лета, когда происходит обогащение воды минеральными веществами, способствующее развитию и цветению микроводорослей фитопланктона и микрофитобентоса.

В тепловодный период отмечается связь главных факторов среды с микроводорослями конкретных биотопов: минеральный азот наиболее весомый фактор для дренажных вод, соленость – для зоны заплеска, гранулометрия – для временных водоемов.

Таким образом, предлагается следующее ранжирование факторов среды. Гранулометрический состав грунта и соленость не зависят от сезонности и сильно влияют на фитопсаммон. В тепловодный период фактором, определяющим распределение микроводорослей псаммона на побережье Одесского залива, является минеральный азот, в холодноводный период – оксид кремния. Гидродинамика и содержание илистой фракции лучше выражены в холодноводный период. Остальные факторы оказывают меньший вклад в формирование сообществ фитопсаммона.

Гаркуша О.П., Александров Б.Г., Гончаров А.Ю. Водоросли супралиторали песчаных пляжей Одесского побережья Черного моря // Альгология. 2012. Т. 22. № 1. С. 70–83.

Гусляков М.О. Діатомові водорості бентосу Чорного моря та суміжних водойм (морфологія, систематика, екологія, біогеографія): Автореф. дис. ... докт. біол. наук. Київ, 2002. 36 с.

Зайцев Ю.П. О контурной структуре гидросферы // Гидробиологический журнал. 2015. Т. 51. № 1. С. 3–28.

Ковтун О.А. Фитобентос Тилигульского лимана (Черное море, Украина). LAP Lambert Academic Publishing, AV Akademikerverlang GmbH Co. KG, Saarbrucken, Deutschland, 2012. 360 p.

Разнообразие водорослей Украины // Альгология. 2000. Т. 10. № 4. 309 с.

Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography / Tsarenko, Wasser & Eviatar Nevo (Eds.). Vol. 2. Bacillariophyta. Gartner Verlag, 2009. 413 p.

Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>.

Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. The Diatoms. Biology and Morphology of the Genera. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 747 p.

Witkowski A., Lange-Bertalot H., Metzeltin D. Diatom flora of marine coasts. Part I. // Iconographia Diatomologica. 2000. Vol. 7. 925 p.

Zaitsev Yu. A key role of sandy beaches in the marine environment // Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment. 2012. Vol. 18. № 2. P. 114–127.

А.С.Стенина

**ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ВО ВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМАХ
ХОДОВАРИХИ (П-ОВ РУССКИЙ ЗАВОРОТ, РОССИЙСКАЯ
АРКТИКА)**

A.S.STENINA. DIATOMS IN THE TEMPORARY WATERBODIES OF
KHODOVARIKHA (RUSSKIYI ZAVOROT, RUSSIAN ARCTIC)

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар, Россия,
stenina@ib.komisc.ru

Исследованы диатомовые водоросли шести эфемерных водоемов в разных участках приморской тундры в районе полярной станции Ходовариха. Она расположена на полуострове Русский Заворот вблизи сопки Хейраседа (Тиманский берег Печорского моря). Водоемы включают лужи в заболоченных понижениях вдоль дороги к Баренцеву морю, мочажины между дюнами и маршами, лужицы на месте весеннего стока вод и остаточные около озер на маршах. Они мелководные (5-20 см), на песчаных почвах или травяно-моховых болотцах. Донные отложения илистые или песчаные, в некоторых водоемах на их поверхности – железистые хлопья. Макрофиты представлены

зелеными или сфагновыми мхами. Реакция водной среды кислая или близкая к нейтральной: 5.7-6.7. Электропроводность колеблется в пределах 121-239 мкС/см. Вследствие мелководности в зимний период водоемы промерзают, а летом частично или полностью пересыхают. Изучены обрастания зеленых, сфагновых мхов, корней осоки и фитобентос в пробах, собранных автором в 2003 г.

Всего выявлено 134 вида с внутривидовыми таксонами, относящихся к 37 родам, 19 семействам и 8 порядкам. Ведущую роль в сложении флоры играют семейства Naviculaceae и Pinnulariaceae (по 23 вида). Довольно разнообразны также Bacillariaceae (16 видов с разновидностями), Cymbellaceae (13) и Stauroneidaceae (10 видов). Остальные семейства содержат менее 10 таксонов. Среди родов наибольшее число таксонов содержат преимущественно донные диатомеи из родов *Pinnularia* (21), *Nitzschia* (15), *Stauroneis* (11), *Navicula* (10), *Neidium* (6), *Hippodonta* (5) и в меньшей степени – эпифиты, представители родов *Gomphonema* (9), *Eunotia* (6) и *Cymbella* (5).

Экологический анализ показал, что по разнообразию преобладают бентосные диатомовые (85 видов с внутривидовыми таксонами), что естественно при хорошем освещении поверхности донных отложений в условиях мелководности и слабом развитии макрофитов. Эпифитов значительно меньше (29 таксонов), истинно планктонные виды отсутствуют. По отношению к содержанию солей в воде первые места занимают индифференты (48 таксонов) и галофобы (42), что объясняется снежным питанием большинства исследованных водоемов. Галофильные диатомеи (27 таксонов) распространены в основном в участках приморской тундры вблизи маршей. Мезогалофы (7 таксонов) большей частью единичны по обилию. По отношению к pH в основе диатомового комплекса циркумнейтральные представители (54 вида с разновидностями), на втором месте – алкалифилы (36) с алкалибионтами (3). Ацидофилы (20 таксонов) и ацидобионты (3) составляют значительно меньшую часть, главным образом, в заболоченных лужах.

Биогеографический анализ выявил преобладание космополитов – 83 вида с разновидностями, а среди индикаторных диатомей большее значение по разнообразию имеет аркто-альпийская группа – 30 таксонов, чем бореальная – 16 таксонов. Есть диатомеи с неизвестными экологическими

характеристиками: по отношению к солености воды (7), с неуточненными данными – олигогалобы (3); по отношению к pH – 18 видов и неясной принадлежностью к биогеографической группе (5 видов).

В эфемерных водоемах найдены очень редкие виды, в их числе *Achnanthes pamirensis* Hustedt, *Chamaepinnularia circumborealis* Lange-Bertalot, *Ch. gandrupii* (Petersen) Lange-Bertalot et Krammer, *Geissleria declivis* (Hustedt) Lange-Bertalot et Metzeltin, *Neidium septentrionalis* Cleve-Euler, *Nitzschia gisela* Lange-Bertalot, *N. valdestriata* Aleem et Hustedt, *Pinnularia krammeri* Metzeltin, *P. platycephala* (Ehrenberg) Cleve, *Placoneis clementis* (Grunow) Cox, *P. clementioides* (Hustedt) Cox, *Sellaphora nana* (Hustedt) Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi et Alfinito, *Stauroneis lapidicola* Petersen и другие. Для многих из них известны лишь единичные местонахождения в России (Потапова, 1999; Lange-Bertalot, Genkal, 1999; Cremer, Wagner, 2003; Медведева, Никулина, 2014; Харитонов, 2014 и др.).

В половине и более водоемов отмечены в основном широко распространенные виды: *Encyonema minutum* (Hilse) Mann, *Gomphonema clavatum* Ehrenberg, *G. parvulum* (Kützing) Kützing (по 83% от всех водоемов), *Eunotia exigua* (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst, *E. minor* (Kützing) Grunow, *E. mucophila* (Lange-Bertalot et Nörpel-Schempp) Metzeltin, Lange-Bertalot et Garcia-Rodrigu, *Gomphonema brebissonii* Kützing, *Navicula radiosa* Kützing, *Nitzschia perminuta* (Grunow) Peragallo, *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenberg, *Psammothidium kryophilum* (Petersen) Reichardt, *Stauroneis anceps* Ehrenberg, *S. phoenicenteron* (Nitzsch) Ehrenberg, *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing (по 67%), *Fragilaria vaucheriae* (Kützing) Petersen, *Neidium bisulcatum* (Lagerstedt) Cleve, *Nitzschia fonticola* Grunow, *N. palea* (Kützing) W.Smith, *Pinnularia subgibba* Krammer, *Psammothidium subatomoides* (Hustedt) Bukhtiyarova et Round (по 50%).

К числу доминантов с оценкой обилия 6 баллов относятся *Encyonema minutum*, *Fragilariforma exigua* (Grunow) Williams et Round, *F. virescens* var. *subsalina* (Grunow) Bukhtiyarova, *Navicula radiosa*, *Nitzschia palea*. Среди субдоминантов отмечены *Chamaepinnularia krookiformis* (Krammer) Lange-Bertalot et Krammer, *Diatoma tenuis* Agardh, *Gomphonema brebissonii* Kützing, *Nitzschia fonticola*, *N. paleacea* (Grunow) Grunow и *Rossthidium linearis* (W.Smith) Round et Bukhtiyarova.

Комплекс сопутствующих видов с обилием 3 балла включает 22 вида из 10 родов. В лужах вблизи маршей из их числа отмечены галофильные и индифферентные виды – *Fragilaria capucina* Desmazières, *Navicula gregaria* Donkin, *Nitzschia perminuta* (Grunow) Peragallo, *N. valdestriata*. Диатомовый комплекс в особенно мелком водоеме среди песчаных дюн на сопке отличается наличием редких видов *Neidium alpinum* Hustedt, *N. calvum* Oestrup, *Pinnularia cuneola* Reichardt, *P. intermedia* (Lagerstedt) Cleve, *P. lundii* Hustedt, *Psammothidium kryophilum* с оценками обилия 3 балла. В отдельных водоемах с признаками заболачивания преобладают *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarneski, *Psammothidium subatomoides*, *Staurosira venter* (Ehrenberg) Kobayasi, *Pinnularia subcapitata*.

Работа выполнена при финансировании из средств российско–голландского проекта "Pechora river basin integrated system management" (PRISM), контракт 001 и при поддержке проектов УрО РАН Фундаментальные исследования "Арктика" № 12-4-7-004 и № 12-4-7-006.

Медведева Л.А., Никулина Т.В. Каталог пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2014. 271 с.

Потапова М.Г. Диатомовые водоросли песчаной литорали в восточной части Финского залива // Ботанический журнал. 1999. Т. 84. № 1. С. 59–65.

Харитонов В.Г. Диатомовые водоросли Колымы. Магадан: Кордис, 2014. 496 с.

Cremer H., Wagner B. The diatom flora in the ultra-oligotrophic Lake El'gygytgyn, Chukotka // Polar Biology. 2003. Vol. 26. N 2. P. 105–114.

Lange-Bertalot H., Genkal S.I. Diatoms from Siberia I. Islands in the Artic Ocean (Yugorsky Shar Strait) // Iconographia Diatomologica. 1999. Vol. 6. 271 p.

И.В.Стоник

**РОД *ATTHEYA* WEST (BACILLARIOPHYTA) ИЗ
ЯПОНСКОГО МОРЯ**

I.V.STONIK. GENUS *ATTHEYA* WEST (BACILLARIOPHYTA) FROM THE
SEA OF JAPAN

ФГБУН Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
Владивосток, Россия, innast2004@mail.ru

Представители рода *Attheya* West – морские диатомеи, широко распространенные в арктических и умеренных водах. Большинство видов – бентосные, однако некоторые виды

встречаются в составе фитопланктона и эпифитона. Изучение этой группы диатомей актуально благодаря их высокой плотности в микрофитобентосе морских умеренных вод. В настоящее время род объединяет 9 видов и внутривидовых таксонов, часть из которых была описана в последние десятилетия на основе данных электронной микроскопии (ЭМ) (Crawford et al., 1994; Crawford et al., 2000). Сведения о видовом разнообразии этой группы микроводорослей в морях России ограничены указаниями на нахождение 6 видов, среди которых три вида (*Attheya arenicola*, *A. longicornis* и *A. ussurensis*) отмечали ранее в Японском море (Гогорев и др., 2006). Однако информация о нахождении некоторых видов в Японском море нуждается в уточнении, а видовой состав и распространение представителей рода из дальневосточных морей России – в дальнейших исследованиях.

Цель настоящей работы – изучение видового состава, особенностей морфологии и распространения диатомовых водорослей рода *Attheya*, найденных в российских водах Японского моря.

Материалом послужили батометрические сборы фитопланктона и сборы микрофитобентоса, проведенные в разных районах залива Петра Великого Японского моря в 2006–2015 гг. Пробы микрофитобентоса собирали в верхнем (0–2 см) слое грунта пластмассовой емкостью выше уреза воды и до глубины 1 м. Материал изучали с помощью световых микроскопов (СМ) Jenamed 2 с автоматической фотонасадкой Carl Zeiss (Jena) и "Olympus BX41", а также и трансмиссионного электронного микроскопа (ТЭМ) Libra 120 (Carl Zeiss, Germany).

У берегов Южного Приморья (Японское море) обнаружены шесть видов рода *Attheya*: *A. arenicola* Gardner et Crawford, *A. decora* West, *A. flexuosa* var. *flexuosa* Gardner, *A. longicornis* Crawford et Gardner, *A. septentrionalis* (Østrup) Crawford и *A. ussurensis* Stonik, Orlova et Crawford. Среди них *A. decora* и *A. flexuosa* var. *flexuosa* впервые найдены в Японском море. *A. longicornis* и *A. ussurensis* – наиболее многочисленные и широко распространенные представители рода. Вид *A. longicornis* часто отмечается в планктоне и эпифитоне из прибрежных бухт залива Петра Великого в январе–августе, в массовом количестве был найден в августе в Амурском заливе (плотность может достигать 10^6 кл./л) как эпифит на щетинках диатомовой *Chaetoceros diadema* (Ehrenberg) Gran. Вид *A. ussurensis* найден в

микрофитобентосе в прибрежной песчаной зоне Уссурийского залива, заливов Восток и Посъета Японского моря, в апреле–мае, при температуре воды в поверхностном слое 9–10°C. Кроме того, отмечен при относительно высоких концентрациях (10^4 кл./л) в фитопланктоне в прибрежной прибойной зоне зал. Петра Великого Японского моря (Амурский и Уссурийский заливы, заливы Восток и Посъета), в апреле–июне и октябре при температуре воды в поверхностном горизонте 8–16°C. Виды *A. arenicola* и *A. decora* – обычные, но немногочисленные компоненты микрофитобентоса зал. Петра Великого. Виды *A. flexuosa* и *A. septentrionalis* – редкие, отмечены в небольших количествах (менее 1 тыс. кл./л) в январе–марте в подледном планктоне, где сопутствовали развитию *A. longicornis*. Ранее *A. septentrionalis* (Syn. *Chaetoceros septentrionalis* Østrup) отмечали как нередкий компонент фитопланктона северо-западной части Японского моря (Коновалова и др., 1989). *A. longicornis* и *A. septentrionalis* морфологически очень сходны и различаются структурой рогов, различимой только под ЭМ. В связи с этим, идентификация указанных видов с помощью СМ затруднена и возможна путаница в их определении. Следовательно, приведенные ранее указания на местонахождение *Chaetoceros septentrionalis* Østrup в заливе Петра Великого не всегда можно считать достоверными. Достоверность идентификации *A. longicornis* в наших материалах из северо-западной части Японского моря подтверждается нахождением клеток с очень длинными (до 50 мкм) волнистыми рогами и наличием трех продольных полосок (ребер) рогов, что является важным таксономическим признаком этого вида, отличающим его от *A. septentrionalis* (четыре продольных ребра рогов). Вероятно, большинство приводимых ранее в литературе сведений о местонахождении *Chaetoceros septentrionalis* Østrup у берегов Южного Приморья относится к *A. longicornis*.

Известно, что виды рода *Attheya* обнаруживают значительную изменчивость некоторых морфологических признаков (длина рогов и количество продольных ребер на них, наличие двугубого выроста на створке, перфорированность поясковых ободков), которые, как правило, консервативны у представителей большинства других родов диатомей (Crawford et al., 1994). Полученные нами данные полностью подтверждают такую изменчивость. Так, найденные нами виды заметно различаются комбинацией указанных выше признаков и могут быть отнесены к

двум группам, различающимся по морфологическим признакам и особенностям экологии. Первая группа объединяет виды с длиной рогов, которая составляет ≤ 1 длины створки, наличием двугубого выроста на створке и пор на соединительных ободках пояска (*A. arenicola*, *A. decora*, *A. ussurensis*). Представители этой группы видов встречаются в микрофитобентосе и прикрепляются к частицам песка и глины. Вторая группа включает виды с длиной рогов, которая составляет ≥ 2 длины створки, отсутствием двугубого выроста на створке и пор на соединительных ободках пояска (*A. flexuosa*, *A. longicornis*, *A. septentrionalis*). Виды этой группы либо прикрепляются к нижней поверхности льда, либо развиваются как эпифиты на других диатомовых.

По-видимому, виды рода *Attheya* имеют более широкое распространение, как в Японском море, так и в морях России. Сравнительно небольшое число сведений об их нахождении объясняется сложностью идентификации, которая в большинстве случаев требует применения электронной микроскопии.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-04-05643

Гогорев Р.М., Орлова Т.Ю., Шевченко О.Г., Стоник И.В. Диатомовые водоросли России и сопредельных стран: ископаемые и современные. Ред. Н.И. Стрельникова. Т. II, Вып. 4. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2006. 180 с.

Коновалова Г.В., Орлова Т.Ю., Паутова Л. А. Атлас фитопланктона Японского моря. М.: Наука, 1989. 160 с.

Crawford R.M., Gardner C., Medlin L.K. The genus *Attheya*. I. A description of four new taxa, and the transfer of *Gonioceros septentrionalis* and *G. armatus* // *Diatom Research*. 1994. Vol. 9(1). P. 27–51.

Crawford R.M., Hinz F., Koschinski P. The combination of *Chaetoceros gaussii* (Bacillariophyta) with *Attheya* // *Phycologia*. 2000. Vol. 39(3). P. 238–244.

**А.Н.Толстоброва, Д.С.Толстобров, О.П.Корсакова,
В.В.Колька**

**ПОСЛЕДНИКОВАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОЗЕРА
ОСИНОВОЕ (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ) ПО РЕЗУЛЬТАТАМ
ИЗУЧЕНИЯ ДИАТОМОВЫХ КОМПЛЕКСОВ В ДОННЫХ
ОТЛОЖЕНИЯХ**

A.N.TOLSTOBROVA, D.S.TOLSTOBROV, O.P.KORSAKOVA, V.V.KOLKA.
POSTGLACIAL HISTORY OF LAKE OSINOVOYE (KOLA PENINSULA) FROM
STUDYING DIATOM ASSEMBLAGES IN BOTTOM SEDIMENTS

Геологический институт Кольского научного центра РАН, Апатиты, Россия,
alexeeva@geoksc.apatity.ru

При изучении рыхлых отложений ранними исследованиями было установлено, что в районе оз. Имандры в позднеледниковье существовал обширный, сильно опресненный морской залив (Лаврова, 1960). Для выявления особенностей осадконакопления, а также определения временных рамок проникновения морского бассейна во внутренние части Кольского полуострова были изучены донные отложения оз. Осиновое, расположенного в пределах Имандровской депрессии.

Озеро Осиновое находится на высотной отметке 129.8 м над уровнем моря, имеет овальную форму, размеры 4.0×2.5 км, площадь 10 км². Глубина воды в месте отбора керна 4.5 м. В керне были установлены следующие литологические интервалы (снизу-вверх, глубина указана от поверхности воды): (1) 5.65-5.75 м – глина серая, неслоистая, с небольшим присутствием алеврита; (2) 5.62-5.65 м – песок мелкозернистый с алевритом серого цвета, неслоистый; (3) 5.54-5.62 м – алевритистая гиттия серо-зеленого цвета, неясно слоистая, с макроостатками растений; (4) 5.30-5.54 м – гиттия серо-зеленая, неслоистая, с минеральной составляющей; (5) 4.50-5.30 м – гиттия коричневая, неслоистая.

Диатомовый анализ был выполнен для 18 образцов, в разрезе представлена богатая и разнообразная диатомовая флора, было обнаружено 145 таксонов диатомовых водорослей. По изменениям в составе диатомовых комплексов было выделено 5 этапов.

Этап I связан с формированием литологических интервалов (1) и (2) базальной части разреза. В глинах интервала (1) не было обнаружено диатомовых водорослей. Для интервала песка с

алевритом (2) характерны самые низкие концентрации створок диатомей. Обнаружено только два вида: галофил *Staurosirella pinnata* (Ehr.) D.M.Williams et Round, обитающий в обрастаниях, и донный мезогалоб *Diploneis pseudovalis* Hust. в соотношении 10:90, соответственно. Видимо формирование соответствующих осадков происходило в неглубоком солоноватоводном бассейне.

Этап II соответствует алевритистой гиттии интервала (3), где происходит увеличение таксономического разнообразия и концентрации створок диатомей. Основную массу составляют диатомеи обрастаний, представленные индифферентами: *Fragilaria construens* (Ehr.) Hust., *Pseudostaurosira brevistriata* (Grun.) D.M.Williams et Round, *Staurosira venter* (Ehr.) Cl. et Moell. и *Staurosirella pinnata*, причем, содержание последней резко увеличивается в нижней части интервала (82% от общего числа видов). По показателям рН доминируют алкалифилы и алкалибионты. Исчезновение солоноватоводных видов и увеличение пресноводных свидетельствуют об опреснении водоема. Преобладание диатомей обрастаний, единичные планктонные виды, наличие в осадках макроостатков водных растений свидетельствуют в пользу того, что на данном этапе водоем был мелководным, с зарослями макрофитов. Согласно датировке из верхней части интервала (3) 9.820 ± 260 ^{14}C л.н. отделение котловины данного озера от приледникового осолоненного бассейна произошло в начале пребореального времени.

Этап III соответствует накоплению осадков нижней части интервала (4) с глубины 5.45-5.54 м. Они характеризуются резким увеличением концентрации диатомей при общем увеличении таксономического разнообразия, что говорит об увеличении продуктивности водоема. Наблюдается увеличение планктонных видов до 11%, которые представлены видами рода *Cyclotella* (*C. antiqua* W.Sm., *C. distinguenda* Hust., *C. meneghiniana* Kütz., *C. radiosa* (Grun.) Lemm.). Доминирующий комплекс по-прежнему составляют обрастатели из родов *Fragilariforma*, *Staurosira*, *Staurosirella* и *Pseudostaurosira*. Процентное содержание галофилов уменьшается вверх по разрезу, преобладают индифференты. Возрастает количество бореальных видов (около 17%), что может свидетельствовать о некотором потеплении.

Этап IV соответствует осадкам верхней части интервала (4) и нижней части интервала (5) с глубины 4.64-5.45 м, где отмечены

самые высокие концентрации створок. Здесь происходит значительное увеличение планктонных диатомовых водорослей (12-29%), которые становятся более разнообразными. Кроме видов рода *Cyclotella* появляются виды рода *Aulacoseira* (*A. distans* (Ehr.) Simons., *A. lacustris* (Grun.) Krammer, *A. pfaffiana* (Reinsch) Krammer, *A. subarctica* (O.Müll.) Haworth, *A. valida* (Grun.) Krammer). При этом вверх по разрезу увеличивается и содержание донных форм (10-32%), среди которых преобладает *Brachysira zellensis* Round et Mann (7%), остальные виды представлены в меньшем количестве и очень разнообразны (различные виды родов *Brachysira*, *Caloneis*, *Diploneis*, *Navicula*, *Neidium*, *Pinnularia* и др.). Становится более богатым и состав видов-обрастателей, появляются представители родов *Eucocconeis*, *Achnantheidium*, *Psammothidium*, увеличивается разнообразие среди видов из следующих родов: *Cymbella*, *Eunotia*, *Gomphonema*. Увеличение планктонных видов говорит о том, что водоем на данном этапе был относительно глубоким с достаточно прозрачной водой, что позволяло развиваться донным диатомеям. По отношению к солености доминируют виды-индифференты (61-84%), увеличивается суммарное количество галофобов (9-31%) по сравнению с нижележащими осадками. В нижней части интервала количество бореальных видов возрастает до 22%, что дает основание предполагать небольшое потепление, вверх по разрезу их содержание вновь снижается. Кроме того, становится выше содержание ацидофильных видов.

Этап V (4.50-4.64 м) выделен в верхней части разреза, характеризуется высоким таксономическим разнообразием, при этом концентрация створок снижается. Отмечено небольшое увеличение содержания донных видов, при этом количество планктонных видов осталось на прежнем уровне. Мелких эпифитов из родов *Fragilariforma*, *Staurosira*, *Staurosirella* и *Pseudostaurosira* стало заметно меньше, вероятно из-за повышения уровня воды в озере, произошло подтопление берегов, в результате чего исчезла благоприятная среда для их обитания. Как и в подстилающих осадках, доминируют индифференты (65-72%), вторую по численности группу слагают галофобы (22.5-28.5%). По отношению к географической приуроченности преобладают космополиты. Возрастает содержание ацидофилов (до 16%) в основном за счет *Frustulia*

rhomboides (Ehr.) D.T. и видов рода *Eunotia*, что указывает на естественную ацидофикацию озера.

Выводы: 1. В котловине озера Осиновое установлены осадки приледникового озера, солоноватоводные осадки морского залива и пресноводные озерные осадки. 2. На начальном этапе развития озера здесь существовал приледниковый водоем с неблагоприятными условиями для развития диатомовой флоры. Далее в пределы Имандровской депрессии стали проникать морские воды, сформировался сильно опресненный морской залив Белого моря, на что указывает совместное присутствие солоноватоводных и пресноводных диатомей. 3. Отступление морских вод в данном районе произошло примерно в начале пребореального времени. 4. В начале голоцена в озере установились условия, благоприятные для развития богатой и разнообразной диатомовой флоры.

Лаверова М.А. Четвертичная геология Кольского полуострова. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 233 с.

М.В.Усольцева, Л.А.Титова
ИСКОПАЕМЫЕ ПРЕСНОВОДНЫЕ ДИАТОМОВЫЕ
ВОДОРΟΣЛИ ТУНКИНСКОЙ ВПАДИНЫ (ПРИБАЙКАЛЬЕ) ПО
МАТЕРИАЛАМ БУРЕНИЯ 2013 ГОДА

M.V.USOLTSEVA, L.A.TITOVA. FRESHWATER FOSSIL DIATOMS FROM THE TUNKA DEPRESSION (THE BAIKAL REGION) ACCORDING TO THE MATERIAL DRILLING 2013

Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия, usmarina@inbox.ru

Прибайкалье является древнейшей областью континентальной седиментации, где в больших депрессиях-котловинах древних озер (Тункинской, Баргузинской, Джилиндинской и др.) за время неогена накопились огромные толщи озерных осадков (Флоренсов, 1960).

Изучению диатомовых водорослей неогеновых отложений Тункинской котловины посвящены работы Е.А. Черемисиновой и Г.П. Черняевой (Черемиссинова, 1973; Попова и др., 1989), где приведены комплексы видов диатомей для миоценового и плиоценового возраста. Исследования проводились с помощью световой микроскопии. Последующие работы, выполненные с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ),

позволили авторам выделить ряд новых таксонов (Лупикина, Хурсевич, 1991; Khursevich, 1994; Лихошвай и др., 1997).

В 2013 г. нами пробурена новая скважина в Тункинской впадине с целью более детального изучения с помощью СЭМ створок диатомей. Исследован керн мощностью 87 м. Проведен количественный и качественный анализ образцов. Створки диатомей встречались в интервале глубин 8-55 м. Общее количество их в керне скважины варьировало от 0.2 до 533 млн. створок на грамм сухого осадка. Максимальные значения отмечены на глубинах 41-41.5 м (420 и 533 млн. ств./г), 38 м (456 млн. ств./г) и 19.5 м (386 млн. ств./г). В этих образцах доминировали планктонные диатомовые водоросли, однако комплекс видов был разным.

В нижней части керна доминировали *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen, *A. ambigua* f. *curvata* (Skabichevsky) Genkal и *Stephanodiscus* sp. Сопутствующими видами были *Melosira undulata* (Ehrenberg) Kützing и *Ellerbekia teres* (Brun) Crawford. Выше по разрезу (38 м) в доминирующий комплекс входили *Stephanodiscus* sp., *A. ambigua* и *Aulacoseira islandica* (O.Müll.) Simonsen. В интервале глубин 28-17 м доминировала *Cyclotella tuncaica* Nikiteeva, Likhoshway et Pomazkina с постоянным присутствием *Aulacoseira praegrnulata* var. *tuncaica* Likhoshway et Pomazkina и створок *Aulacoseira* sp.1, обозначенных ранее как створки, похожие на *A. baicalensis* (Лихошвай и др., 1997). В верхней части керна (17-8 м) присутствовали *C. tuncaica* и *Aulacoseira* sp.2.

Бентосные виды родов *Staurosira* Ehr., *Staurosirella* D.M.Williams et Round, *Tetracyclus* Ralfs, *Planothidium* Round et L.Bukhtiyarova, *Navicula* Bory de St. Vincent, *Gomphonema* Ehr., *Cavinula* D.G.Mann et A.J.Stickle, *Cocconeis* Ehr., *Cymbella* C.Agardh, *Eunotia* Ehr. и др. присутствовали практически по всему керну, что свидетельствует о наличии обширной мелководной зоны изученного палеоводоёма.

Доминирование вышеперечисленных родов диатомовых водорослей, как планктонных, так и бентосных, отмечено в Байкале с раннего плиоцена (Кузьмин и др., 2009) до настоящего времени (Поповская и др., 2010). Планктонные виды *A. ambigua*, *A. ambigua* f. *curvata*, *A. distans*, *A. islandica* и створки *Aulacoseira* sp.1 и sp.2, похожие на *A. baicalensis*, были характерны как для

плиоценовых отложений Байкала, так и палеоводоема Тункинской котловины.

Необходимо продолжить детальные исследования морфологической вариабельности представителей *Aulacoseira* sp. и *Stephanodiscus* sp. для получения более полной картины разнообразия и функционирования диатомовых водорослей Байкальского региона.

Работа проводилась по проекту ЛИН СО РАН № VI.50.1.3.

Кузьмин М.И., Хурсевич Г.К., Прокопенко А.А., Феденя С.А., Карабанов Е.Б. Центрические диатомовые водоросли позднего кайнозоя озера Байкал: морфология, систематика, стратиграфическое распространение, этапность развития (по материалам глубоководного бурения). 2009. 374 с.

Лихошвай Е.В., Помазкина Г.В., Никитеева Т.А. Центрические диатомовые водоросли из миоценовых отложений Байкальской рифтовой зоны (Тункинская котловина) // Геология и геофизика. 1997. Т. 38. № 9. С. 1445–1452.

Лупикина Е.Г., Хурсевич Г.К. *Lobodiscus* (Tsch.) Lupik. et Khurs. – новый род класса Centrophyceae (Bacillariophyta) // Альгология. 1991. Т.1. № 3. С. 67–70.

Попова С.М., Мац В.Д., Черняева Г.П. и др. Палеолимнологические реконструкции (Байкальская рифтовая зона). Новосибирск: Наука, 1989. 111 с.

Поповская Г.И., Генкал С.И., Лихошвай Е.В. Диатомовые водоросли планктона озера Байкал: Атлас - определитель. 2010. 168 с.

Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. М.:Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 257 с.

Черемисинова Е.А. Диатомовая флора неогеновых отложений Прибайкалья. Новосибирск: Наука, 1973. 69 с.

Khursevich G. K. Morphology and Taxonomy of Some Centric Diatom Species from the Miocene Sediments of the Dzhilinda and Tunkin Hollow // Memoirs of the California Academy of Sciences. 1994. Vol. 17. P. 269–280.

Г.К.Хурсевич, А.А.Свирид, В.С.Ровная
ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА ДИАТОМОВЫХ
ВОДОРΟΣЛЕЙ СЕМЕЙСТВА CYMBELLACEAE GREVILLE ИЗ
СОВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМОВ БЕЛАРУСИ

G.K.KHURSEVICH, A.A.SVIRID, V.S.ROVNAYA. INVENTORY OF SPECIES
 COMPOSITION OF DIATOMS OF THE FAMILY CYMBELLACEAE GREVILLE FROM
 MODERN BASINS OF BELARUS

Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка,
 Минск, Беларусь, galinakhurs.41@mail.ru, sviridanna.61@mail.ru

В связи с реализацией Конвенции о сохранении биологического разнообразия, выявление таксономического богатства организмов различных групп живых организмов, в том

числе и диатомовых водорослей, имеет особое значение и сохраняет свою актуальность. Цель работы – провести инвентаризацию и составить сводный список представителей диатомовых водорослей семейства *Cymbellaceae* Greville, известных из различных водоемов на территории Беларуси.

Согласно классификации диатомовых водорослей Ф.Е. Раунда с соавторами (Round et al., 1990), семейство *Cymbellaceae* Greville принадлежит порядку *Cymbellales* D.G.Mann в классе *Bacillariophyceae* Haeckel emend. D.G.Mann.

В свете современных новейших таксономических преобразований семейство *Cymbellaceae* во флоре Беларуси включает 9 родов, 67 видов и 1 разновидность. Его представители известны из 40 водных объектов (14 рек, сбросного канала осушительной системы, Главного канала ВМВС, Вилейского водохранилища и 23 озер).

Род *Paraplaconeis* Kulikovskiy, Lange-Bertalot et Metzeltin (Kulikovskiy et al., 2012) представлен 2 видами, известными из 16 водных объектов Беларуси (6 рек, 9 озер и Вилейского водохранилища): *P. placentula* (Ehrenb.) Kulikovskiy et Lange-Bertalot и *P. subplacentula* (Hust.) Kulikovskiy et Lange-Bertalot.

Род *Placoneis* Mereschkowsky (Mereschkowsky, 1903; Cox, 1987, 2003) включает 16 видов, населяющих 31 водный объект Беларуси (12 рек, Вилейское водохранилище, сбросный канал осушительной системы, 17 озер). К наиболее широко распространенным видам принадлежат *Placoneis elginensis* (Greg.) Cox, *P. gastrum* (Ehrenb.) Mereschk. и *P. rostrata* (A.Mayer) Cox.

Род *Cymbella* Agardh (Agardh, 1830) содержит 19 видов и 1 внутривидовой таксон, известных из 27 водных объектов на территории Беларуси (8 рек, Главного канала ВМВС, Вилейского водохранилища (данные С.А. Турской), сбросного канала осушительной системы, 16 озер). Наиболее часто в водоемах встречаются *Cymbella affinis* Kütz., *C. cistula* (Ehrenb.) Kirchn., *C. cymbiformis* Ag. и *C. helvetica* Kütz.

Род *Encyonema* Kützing (Kützing, 1833) представлен 12 видами, установленными в 33 водных объектах Беларуси (9 реках, Главном канале ВМВС, Вилейском водохранилище, сбросном канале осушительной системы и 21 озере). К широко распространенным видам этого рода относятся *Encyonema elginensis* (Krammer) Mann, *E. minutum* (Hilse ex Rabenh.) Mann, *E. silesiaca* (Bleisch in Rabenh.) Mann.

Род *Encyonopsis* Krammer (Krammer, 1997) включает 4 вида, которые идентифицированы в 19 водных объектах (3 реках и 16 озерах). В составе этого рода наиболее распространенным видом является *Encyonopsis microcephala* (Grun.) Krammer.

Род *Cymbopleura* (Krammer) Krammer (Krammer, 1999) содержит 12 видов, известных из 28 водных объектов Беларуси (9 рек, 18 озер и Вилейского водохранилища). Наиболее часто в водоемах встречаются *Cymbopleura amphicephala* (Naeg.) Krammer, *C. cuspidata* (Kütz.) Krammer, *C. inaequalis* (Ehrenb.) Krammer, *C. naviculiformis* (Auersw.) Krammer.

Род *Delicata* Krammer (Krammer, 2003) представлен 1 видом *D. delicatula* (Kütz.) Krammer, обнаруженным лишь в одном водоеме.

Род *Cymbellafalsa* Lange-Bertalot et Metzeltin (Metzeltin et al., 2009) включает 1 вид *C. diluviana* (Krasske) Lange-Bertalot et Metzeltin, встреченный в 4 водоемах (Нарочь, Глубелька, Плавно и Манец).

Род *Gomphocymbellopsis* Krammer (Krammer, 2003) содержит 1 вид *G. ancylus* (Cl.) Krammer, идентифицированный в наилке озера Нарочь.

По данным молекулярных и морфологических исследований, полученным М. Куликовским и др. (Kulikovskiy et al., 2014), к семейству Cymbellaceae следует отнести также род *Geissleria* Lange-Bertalot et Metzeltin, который имеет близкородственные связи с родом *Placoneis* Mereschkowsky. Прежде всего морфология пластинчатого хлоропласта сближает род *Geissleria* с представителями семейства Cymbellaceae.

Cox E.J. *Placoneis* Mereschkowsky: the re-valuation of a diatom genus originally characterised by its chloroplast type // *Diatom Research*. 1987. Vol. 2. P. 145–157.

Cox E.J. *Placoneis* Mereschkowsky (Bacillariophyta) revisited: resolution of several typification and nomenclatural problems, including the generitype // *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2003. Vol. 141. P. 53–83.

Krammer K. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 1. Allgemeines und *Encyonema* part // *Bibliotheca Diatomologica*. 1997a. Bd. 36. 382 s.

Krammer K. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 2. *Encyonema* part, *Encyonopsis* und *Cymbellopsis* // *Bibliotheca Diatomologica*. 1997b. Bd. 37. 469 s.

Krammer K. Validierung von *Cymbopleura* nov. gen. // *Iconographia Diatomologica*. 1999. Vol. 6. 292 p.

Krammer K. *Cymbella* // *Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*. 2002. Vol. 3. 584 p.

Krammer K. *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. Supplements to cymbelloid taxa // *Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*. 2003. Vol. 4. 530 p.

Kulikovskiy M., Andreeva S., Gusev E., Annenkova N. Phylogenetic position of the diatom genus *Geissleria* Lange-Bertalot & Metzeltin and its diversity in lakes of Baikal Rift Zone // Abstract of the 23rd International Diatom Symposium, Nanjing, China 7-12 September, 2014. P. 58.

Kulikovskiy M.S., Lange-Bertalot H., Metzeltin D., Witkowski A. Lake Baikal: Hotspot of Endemic Diatom // *Iconographia Diatomologica*. 2012. Vol. 23. 607 p.

Metzeltin D., Lange-Bertalot H., Nergui S. Diatoms in Mongolia // *Iconographia Diatomologica*. 2009. Vol. 20. 686 p.

Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 747 p.

И.Б.Цой¹, М.В.Усольцева²

**РАННЕМИОЦЕНОВЫЕ ПРЕСНОВОДНЫЕ ДИАТОМЕИ ИЗ
ОТЛОЖЕНИЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ КРИШТОФОВИЧА (ПЛАТО
УЛЛЫН) ЯПОНСКОГО МОРЯ**

I.B.TSOY, M.V.USOLTSEVA. EARLY MIOCENE FRESHWATER DIATOMS FROM
THE KRISHTOFOVICH RISE (ULLEUNG PLATEAU) SEDIMENTS OF THE JAPAN
SEA

¹Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
Владивосток, Россия, tsoy@poi.dvo.ru

²Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия, usmarina@inbox.ru

Первое сообщение об ископаемых пресноводных диатомеях в отложениях Японского моря принадлежит Л. Барклу и Ф. Акибе (Burckle, Akiba, 1978). Они обнаружили их в центральной части Японского моря на подводном поднятии Ямато в более чем 3 м толще диатомовых глин, перекрытой морскими осадками раннеплиоценового возраста. На основе положения в разрезе и спорово-пыльцевых комплексов они предположили, что "неморская" толща была накоплена в позднем миоцене во время глобального падения уровня моря, которое могло привести к изоляции Японского моря и образованию озерных условий. Однако широкое распространение морских отложений среднего и позднего миоцена в Японском море, дополнительное изучение пресноводных диатомей из первой находки, а также из отложений других районов возвышенности Ямато и окружающей суши (Цой и др., 1985; Koizumi, 1988; Моисеева, 1995; Лихачева и др., 2009; Usoltseva, Tsoy, 2010; Hayashi et al., 2012) свидетельствует о более древнем, а именно раннемиоценовом возрасте образования осадков озерного генезиса на поднятии Ямато. Находки близких комплексов пресноводных диатомей в отложениях других крупных подводных возвышенностей

(Криштофовича, Алпатова) Японского моря упоминалось (Geology ..., 1996), но детально не изучались. В настоящей работе впервые приводятся результаты изучения пресноводных диатомей, обнаруженных в отложениях крупной возвышенности Криштофовича (плато Уллын), расположенной в южной части Японского моря.

Пресноводные диатомеи были обнаружены в туфогенно-осадочных породах (туффиты, туфопесчаники), поднятых из основания юго-восточного склона возвышенности Криштофовича (станция 1861, координаты: 38°07.8' с.ш., 132°10.3' в.д., глубины 2350-2200 м) южной части Японского моря (Geology ..., 1996). Эти породы залегают на докембрийском метаморфическом комплексе, широко распространенном на возвышенности. Выделенная пресноводная диатомовая флора включает 96 видов и разновидностей, принадлежащих 33 родам. Наиболее богаты видами и их разновидностями рода *Aulacoseira* (16 таксонов), *Eunotia* (9), *Pinnularia* (8), *Actinocyclus* (6), *Navicula* (6), *Fragilaria* (5), *Tetracyclus* (5), *Cymbella* (4), *Gomphonema* (4), *Diatoma* (3), *Nitzschia* (3), *Cocconeis* (2), *Frustulia* (2), *Meridion* (2), *Tabellaria* (2), *Ulnaria* (2). Остальные рода содержат по одному виду. Доминируют (62.9-94%) представители исключительно пресноводного планктонного рода *Aulacoseira*: *A. praegratulata* var. *praeislandica* (Simonsen) Moisseeva, *A. praegratulata* var. *praeangustissima* (Jousé) Moisseeva, *A. canadensis* (Hustedt) Simonsen, *A. pusilla* (F.Meister) Tuji et Houk и др. Отмеченные эллиптические виды *Aulacoseira hachiyaensis* Tanaka, *A. elliptica* Tsoy emend. Usoltseva et Tsoy, *A. iwakiensis* Tanaka et Nagumo характерны для озерных отложений преимущественно раннего миоцена Японского моря и Японских островов (Tanaka et al., 2008; Tanaka, Nagumo, 2011). В комплексе отмечены виды *Actinocyclus bradburyii* Hayashi, Saito-Kato et Tanimura и *A. haradaae* (Pantocsek) Saito-Kato, распространенные в отложениях раннего миоцена (Hayashi et al., 2012; Saito-Kato, 2014). Виды *Ellerbeckia kochii* (Pantocsek) Moisseeva, *Asterionella formosa* Hassall, *Hannaea arcus* (Ehrenberg) R.M.Patrick, *Fragilaria amphicephaloides* Lange-Bertalot, *Fragilaria gracilis* Øestrup, *F. tenera* (W.Smith) Lange-Bertalot, *Ulnaria delicatissima* (W.Smith) Aboal et Silva, обычные в планктоне древних и современных пресноводных водоемов, также отмечены в этом комплексе. Разнообразны бентосные виды: *Actinella brasiliensis* Grunow, *Cymbella subcistula* Krammer, *C. tumida*

(Brébisson) Van Heurck, *Diatoma mesodon* (Ehrenberg) Kützing, *D. vulgare* Bory, *Encyonema silesiacum* (Bleish) D.Mann, *Eunotia formica* Ehrenberg, *E. praerupta* Ehrenberg, *Gomphonema intricatum* var. *fossilis* Pantocsek, *Meridion circulare* (Greville) C.Agardh, *Navicula amphibola* Cleve, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow, *Pinnularia fusana* Andrews, *Tetracyclus floriformis* Tscheremessinova и др., но встречены они единичными экземплярами. Два последних вида характерны преимущественно для раннемиоценовых озерных отложений (Черемисинова, 1968; Andrews, 1971).

Выделенная диатомовая флора имеет сходство с озерными диатомовыми флорами раннего миоцена возвышенности Ямато Японского моря, Приморья и Японских островов. Присутствие в вышеописанной флоре ряда видов, характерных для отложений раннего миоцена, предполагает, что вмещающие их отложения формировались в это время. Экологическая структура комплексов свидетельствует о том, что осадконакопление происходило, вероятно, в прибрежной зоне обширного озерного бассейна. Аналогичные озера существовали в раннем миоцене на других крупных подводных возвышенностях Японского моря, которые представляли собой фрагменты Азиатского континента с озерной седиментацией. Этот период характеризовался широким проявлением в япономорском регионе наземной вулканической деятельности, обусловленной активной разломной тектоникой, которая в конце раннего–начале среднего миоцена привела к дифференцированному погружению фрагментов континента. Эти тектонические процессы в сочетании с глобальной трансгрессией в этот период привели к значительному расширению морских условий в япономорском регионе.

Работа проводилась частично при финансовой поддержке программы "Дальний Восток" (проекты № 15-1-1-003, № 15-1-1-004о) и проекту Лимнологического института СО РАН № VI.50.1.3.

Геологическое строение западной части Японского моря и прилегающей суши. Владивосток: Дальнаука, 1993. 211 с.

Лихачева О.Ю., Пушкарь В.С., Черепанова М.В., Павлюткин Б.И. Зональная диатомовая шкала и основные геобиологические события неогена Приморья // Вестник ДВО РАН. 2009. № 4. С. 64–72.

Моисеева А.И. Расчленение континентальных отложений неогена Дальнего Востока по диатомеям // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1995. Т. 3. № 5. С. 92–103.

Цой И.Б., Ващенко Н.Г., Горювая М.Т., Терехов Е.П. О находке континентальных отложений на возвышенности Ямато // Тихоокеанская геология. 1985. № 3. С. 50–55.

Черемисинова Е.А. Новые данные о диатомеях неогеновых отложениях Прибайкалья // Ископаемые диатомовые водоросли СССР. М.: Наука, 1968. С. 71–74.

Andrews G. Early Miocene Nonmarine Diatoms from the Pine Ridge Area, Sioux County, Nebraska // Contributions to paleontology. Geological Survey Professional Paper 683-E. Washington: US Gov. Print. Office, 1971. P. 1–17.

Burckle L.H., Akiba F. Implications of late Neogene fresh-water sediment in the Sea of Japan // Geology. 1978. Vol. 6. P. 123–127.

Geology and Geophysics of the Japan Sea. Tokyo: TERRAPUB, 1996. 487 p.

Hayashi T., Saito-Kato M., Tanimura Y. *Actinocyclus nipponicus* sp. nov. and *A. bradburyii* sp. nov. (Bacillariophyta) from Miocene lacustrine sediments of the proto-Japan Sea // Phycologia. 2012. Vol. 51. № 1. P. 98–112.

Koizumi I. Early Miocene Proto-Japan Sea // Journal of the Paleontological Society of Korea. 1988. Vol. 4. № 1. P. 6–20.

Saito-Kato M. *Actinocyclus haradae* (Pantocsek) comb. nov. (Bacillariophyta) from a Miocene lacustrine deposit in Setana, southwestern Hokkaido, Japan // Bulletin of the National Museum of Nature and Science, Ser. C. 2014. Vol. 40. P. 15–20.

Tanaka H., Nagumo T. *Aulacoseira iwakiensis* sp. nov., a new elliptical *Aulacoseira* species, from an Early Miocene sediment, Japan // Diatom. 2011. Vol. 27. P. 1–8.

Tanaka H., Nagumo T., Akiba F. *Aulacoseira hachiyaensis* sp. nov., a new Early Miocene freshwater fossil diatom from Hachiya Formation, Japan // Proceedings of the 19th International Diatom Symposium, Irkutsk, 28th August – 3rd September 2006. Bristol: Biopress, 2008. P. 115–123.

Usoltseva M.V., Tsoy I.B. Elliptical species of the freshwater genus *Aulacoseira* in Miocene sediments from Yamato Rise (Sea of Japan) // Diatom Research. 2010. Vol. 25(2). P. 397–415.

**М.В.Черепанова¹, А.С.Авраменко^{1,2}, П.М.Андерсон³,
А.В.Ложкин⁴, П.С.Минюк⁴, В.С.Пушкарь^{2,5}**
***PLIOCAENICUS COSTATUS* (LOG., LUPIK. ET CHURS.)
FLOWER, OZORNINA ET KUZMINA ИЗ ПЛЕЙСТОЦЕН-
ГОЛОЦЕНОВЫХ ОСАДКОВ ОЗ. ЭЛИКЧАН (СЕВЕРО-ВОСТОК
РОССИИ)**

M.V.CHEREPANOVA, A.S.AVRAMENKO, P.M.ANDERSON, A.V.LOZHKIN,
P.S.MINYUK, V.S.PUSHKAR. *PLIOCAENICUS COSTATUS* (LOG., LUPIK. ET
CHURS.) FLOWER, OZORNINA ET KUZMINA FROM PLEISTOCENE-HOLOCENE
DEPOSITS OF ELIKCHAN LAKE (NORTHEAST OF RUSSIA)

¹Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, Россия,
cherepanova@ibss.dvo.ru

²Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия,
alexa25rus@gmail.com

³Центр четвертичных исследований Вашингтонского университета, Сизл,
США, pata@u.washington.edu

⁴Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО
РАН им. Н.А. Шило, Магадан, Россия, lozhkin@neisri.ru

⁵Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, Россия,
pushkar@fegi.ru

В миоценовое и плиоценовое время *Pliocaenicus costatus* (Log., Lupik. et Churs.) Flower, Ozornina et Kuzmina имел обширный ареал, охватывающий территорию от современной Германии до п-ова Камчатка (Flower et al., 1998). Самое мощное похолодание в четвертичной истории нашей планеты обусловило изменение ареала этого таксона, и в настоящее время площадь распространения его сильно сократилась (Генкал и др., 2011). Места его обитания оказались изолированными друг от друга. При этом различные экологические условия в таком разорванном ареале могли привести к тому, что адаптация вида к ним спровоцировала процесс видообразования, протекавшего по типу отбора по фенотипу. Хотя, не исключено, что вид мог обладать определенной устойчивостью и механизмами сохранять свои специфические признаки, которые проявлялись в увеличении внутривидовой морфологической вариабельности, но оставаться при этом целостным видом (Расницын, 1975).

Задачами проведенного исследования были: 1) детальное изучение морфологических признаков *Pliocaenicus costatus* из плейстоцен-голоценовых осадков оз. Эликчан; 2) определение пределов их вариабельности; 3) анализ изменений морфологии

створок таксона во времени в условиях нестабильного климата позднего плейстоцена.

Ранее исследования морфологической вариабельности *Pliocaenicus costatus* проводились из современных озер и разновозрастных континентальных отложений из других регионов: Прибайкалья, Забайкалья, Чукотки (Генкал и др., 2001), Камчатки (Flower et al., 1998), Арктики (Stachura-Suchoples, 2012). Изучение этого вида из осадков оз. Эликчан проведено впервые.

Материалом для настоящего исследования послужили осадки трех скважин – Е4-1, Е4-2 и Е4-13. Первые две подняты в юго-восточной части озера, где глубины превышают 19 м, а третья – в северной, ближе к берегу, на глубине чуть более 5 м. Изученные отложения представлены алевритами с тонкой горизонтальной слоистостью, прослоями мелкозернистого песка и включениями растительных остатков. При интерпретации данных была использована возрастная модель палеогеографических событий, созданная для данного региона ранее (Ложкин и др., 2010; Lozhkin, Anderson, 2011). Полученные результаты сопоставлены с морскими изотопными стадиями (МИС) (Imbrie et al., 1984). Исследование створок диатомей осуществлялось с помощью световых микроскопов (СМ) Amplival Carl Zeiss и Axioskop 40 Carl Zeiss и СЭМ Carl Zeiss EVO 40 (ЦКП БПИ ДВО РАН).

Сравнение полученных нами данных с типовым диагнозом *Pliocaenicus costatus* значительных отличий не выявило. В осадках оз. Эликчан встречены овальные и круглые створки диаметром 11.48-44.02 мкм. Створки тангентально-волнистые или плоские. Ареолы на внутренней поверхности створки расположены в одинарных рядах или неупорядоченно. Выросты с тремя сопутствующими порами образуют в средней зоне лицевой части створки полукольцо, в основном группируются на вогнутой части створки, реже близ центра. Один двугубый вырост расположен в прикраевой зоне лицевой части створки, реже в средней части. На внутренней поверхности створки двугубый вырост приподнятый с прямой щелью, его наружное отверстие едва заметно.

По таким морфологическим признакам как: характер расположения ареол на створке, количество ареол в 10 мкм и местонахождение двугубого выроста на створке, нам удалось выделить два морфотипа. К первому отнесены створки с мелкими ареолами расположенными в прямых одинарных рядах – 156-236 в 10 мкм, двугубый вырост расположен в прикраевой зоне лицевой

части створки. Ко второму морфотипу относятся створки с крупными ареолами расположенными неупорядочено – 124-196 в 10 мкм, близ края створки разрежены – 52 в 10 мкм, двугубый вырост расположен в прикраевой зоне, реже в средней зоне лицевой части створки. Также нами выделен переходный морфотип, к которому отнесены створки с мелкими ареолами расположенными в прямых одинарных рядах – 220-232 в 10 мкм и разреженными близ края створки 144 в 10 мкм.

Проведенное исследование позволило изучить реакцию таксона на колебания параметров среды обитания (флуктуации климата, глубины и площади озера), выразившуюся в изменении соотношения участия в диатомовых палеосообществах выделенных морфотипов. Так, створки первого морфотипа появляются в осадках нижних частей всех скважин, сформировавшихся во время первой фазы раннего потепления МИС 3. Присутствие створок этого морфотипа в осадках всех скважин на всех глубинах выше по разрезам, скорее всего, свидетельствуют о его эврибионтности, которая позволила выжить таксону в условиях последующего похолодания, климатические условия которого, по палинологическим данным, были суровее современных (Ложкин и др., 2010). Створки второго и переходного морфотипов появляются в скв. 13 во время кратковременного похолодания, установленного по палинологическим данным между двумя теплыми фазами раннего потепления Эликчан-4 (Ложкин и др., 2010). И, скорее всего, фиксируют реакцию таксона не только на снижение температур, но и уровня озера.

Таким образом, морфологическая изменчивость *Pliocaenicus costatus* является следствием реакции таксона на изменения окружающей среды, прежде всего, климатических условий.

Генкал С.И., Бондаренко Н.А., Щур Л.А. Диатомовые водоросли озер юга и севера Восточной Сибири. Рыбинск, 2011. 72 с.

Генкал С.И., Поповская Г.И., Бондаренко Н.А. К морфологии и таксономии *Pliocaenicus costatus* (Log., Lupik. et Churs.) Flower, Ozornina et Kuzmina (Bacillariophyta) // Биология внутренних вод. 2001. № 2. С. 53–64.

Ложкин А.В., Андерсон П.М., Браун Т.А. и др. Новая летопись изменения климата и растительности Северного Приохотья в течение изотопных стадий 4–1 // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2010. № 1. С. 63–70.

Расницын А.П. К вопросу о виде и видообразовании // Проблемы эволюции. Новосибирск, 1975. Т. IV. С. 221–230.

Flower R.J., Ozornina S.P., Kuzmina A.E., Round F.E. *Pliocaenicus* taxa in modern and fossil material mainly from Eastern Russia // *Diatom Research*. 1998. Vol. 13(1). P. 39–62.

Imbrie J., Hays J.D., Martinson D.G. The orbital theory of Pleistocene climate: support from a revised chronology of the marine $\delta^{18}\text{O}$ record. // *Milankovitch and Climate: Understanding the Response to Astronomical Forcing*. Dordrecht, 1984. P. 269–305.

Lozhkin A.V., Anderson P.M. Forest or no forest: implications of the vegetation records for climatic stability in Western Beringia during Oxygen Isotope Stage 3 // *Quaternary Science Reviews*. 2011. Vol. 30. P. 2160–2181.

Stachura-Suchoptes K. On taxonomy of *Pliocaenicus costatus*: species complex, varieties, demes or/and morphological variability? // *Nova Hedwigia*. 2012. Beih. 141. P. 169–184.

Д.А.Чудаев¹, М.С.Куликовский², С.Ф.Комулайнен³
ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ РОДА *NAVICULA* S. STR.
В РЕКАХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

D.A.CHUDAEV, M.S.KULIKOVSKIY, S.F.KOMULAYNEN. DIATOMS OF THE
GENUS *NAVICULA* S. STR. IN RIVERS OF MURMANSK REGION

¹Биологический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия,
chudaev@list.ru

²Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок,
Ярославская обл., Россия, max-kulikovsky@yandex.ru

³Институт биологии, Карельский НЦ РАН, Петрозаводск, Россия,
komsf@mail.ru

Диатомовые водоросли рода *Navicula* s. str. широко распространены во всех типах пресноводных водоемов и водотоков. В континентальных водах Европы известно около 150 видов этого рода (Lange-Bertalot, 2001), причем процесс описания новых видов к настоящему моменту еще не закончен (Van de Vijver, Lange-Bertalot, 2009; Van de Vijver et al., 2010).

Материалом для настоящей работы послужили пробы фитоперифитона, отобранные в 2008–2010 гг. в шести реках бассейна Баренцева моря (Мурманская область). Отбор проб осуществлялся по общепринятым методикам (Комулайнен, 2003) в период летней межени (июль–август) на пороговых участках рек с камнями и мхами (*Fontinalis antipyretica* Hedw. и *Hydrohypnum ochraceum* (Turner ex Wilson.) Loeske.) Для диатомового анализа использовались интегральные пробы, которые содержали материал со всех субстратов, собранных на выбранной станции.

В результате проведенных исследований были выявлены следующие виды рода *Navicula* s. str.: *N. angusta* Grunow 1860, *N.*

ceciliae Van de Vijver, Jarlman et Lange-Bertalot 2010, *N. cryptocephala* Kützing 1844, *N. eidrigiana* Carter 1979, *N. frigidicola* Metzeltin, Lange-Bertalot et Nergui 2009, *N. gregaria* Donkin 1861, *N. heimansioides* Lange-Bertalot 1993, *N. ireneae* Van de Vijver, Jarlman et Lange-Bertalot 2010, *N. irmengardis* Lange-Bertalot in Lange-Bertalot et Metzeltin 1996, *N. lanceolata* (Agardh) Ehrenberg 1838, *N. libonensis* Schoeman 1970, *N. pseudolanceolata* Lange-Bertalot 1980, *N. pseudotenelloides* Krasske 1938, *N. radiosa* Kützing 1844, *N. rhynchocephala* Kützing 1844, *N. slesvicensis* Grunow in Van Heurck 1880, *N. subalpina* Reichardt 1988, *N. tenelloides* Hustedt 1937, *N. vaneei* Lange-Bertalot in Witkowski, Lange-Bertalot et Stachura 1998, *N. venerabilis* Hohn et Hellerman 1963, *N. vulpina* Kützing 1844, *N. wildii* Lange-Bertalot 1993.

Кроме того, обнаружен один новый для науки вид (*N. pseudowiesneri* Chudaev et Kulikovskiy sp. nov.). Он отличается от *N. wiesneri* Lange-Bertalot s. str. относительно более узкими линейно-ланцетными, а не эллиптическими до эллиптически-ланцетных створками. Рафостернум с наружной поверхности маркирован тонкими продольными бороздами, формирующими ромбовидную структуру в центре створки.

Анализируя распределение видового состава рода *Navicula* в исследованных реках, можно сказать, что максимальное видовое богатство отмечено в реках Кола (20 таксонов) и Ура (14 таксонов). Минимальное видовое богатство (6 таксонов) выявлено в р. Белая. Наибольшее распространение в исследованных реках имеют *N. cryptocephala* и *N. radiosa*, эти два вида отмечены во всех исследованных водотоках. Редкими (встреченными только в одной реке) являются *N. eidrigiana*, *N. irmengardis*, *N. pseudotenelloides*, *N. tenelloides*, *N. vaneei* и *N. venerabilis*.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (14-14-00555).

Комулайнен С.Ф. Методические рекомендации по изучению фитоперифитона в малых реках. Петрозаводск, 2003. 43 с.

Lange-Bertalot H. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia* // Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. 2001. Vol. 2. P. 1–526.

Van de Vijver B., Jarlman A., Lange-Bertalot H. Four new *Navicula* (Bacillariophyta) species from Swedish rivers // Cryptogamie, Algologie. 2010. Vol. 31(3). P. 1–13.

Van de Vijver B., Lange-Bertalot H. New and interesting *Navicula* taxa from western and northern Europe // Diatom Research. 2009. Vol. 24(2). P. 415–429.

К.И.Шоренко¹, Н.А.Давидович¹, К.Тойода²
**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ ДВУХ БЛИЗКИХ ВИДОВ
ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ *NITZSCHIA RECTILONGA* И *N.
LONGISSIMA***

K.I.SHORENKO, N.A.DAVIDOVICH, K.TOYODA. GENETIC DIFFERENCES OF
THE TWO CLOSELY SPECIES DIATOM *NITZSCHIA RECTILONGA* AND *N.
LONGISSIMA*

¹Карадагский природный заповедник, Феодосия, Республика Крым, Россия,
k_shorenko@mail.ru

²Университет Кейо, Токио, Япония, toyoda@diatom.jp

Диатомовая водоросль *Nitzschia rectilonga* Takano описана с тихоокеанского побережья острова Хонсю (Takano, 1983), а морфологически близкий к ней вид *Nitzschia longissima* (Bréb.) Grunow – с атлантического побережья Франции (Kützing, 1849). Оба вида являются типично морскими обитателями, но их первоописания разделены значительным историческим промежутком. На основании изучения клоновых культур обоих видов нами были даны их расширенные описания (Шоренко и др., 2013; 2014б). К настоящему времени не вызывает сомнений их симпатрическое распространение в акваториях Тихого, Индийского и Атлантического океанов (Прошкина-Лавренко, 1963; Fukuyo et al., 1990; Hasle, Syvertsen, 1996; Denüz et al., 2006; Karthik et al., 2012). Широкое распространение *N. rectilonga* и *N. longissima* ставит закономерный вопрос об их идентичности с позиций морфологии, репродукции и генетики. Морфологические различия данных видов нами уже рассматривались (Шоренко, Давидович, 2014а), но вопрос генетических расхождений оставался неизученным. В мае 2013 г. удалось его прояснить – был выполнен анализ последовательностей нуклеотидов гена *gbcL* для нескольких клонов данных видов, полученных из бентосных проб Чёрного (Крым, Карадаг) и Средиземного (Франция, пос. Леуб) морей, а также Атлантического океана (Франция, г. Ля Рошель). Все клоны были выделены микропипеточным способом в лаборатории водорослей и микробиоты Карадагского природного заповедника. В университете Кейо (Япония) для каждого клона была составлена и проанализирована последовательность из 1500 оснований. Сравнение указанных последовательностей между собой показало их высокую степень сходства для атлантических и

черноморских клонов *N. longissima*. Отличие обнаружилось в замене всего 1 нуклеотида, сходство составило 99.94%. Сходство между клонами *N. rectilonga*, выделенными из Чёрного и Средиземного моря также было высоко и выразилось в 98.7%. При этом генетические последовательности клонов *N. rectilonga* из Чёрного и Средиземного морей заметно отличались от таковых, полученных для клонов *N. longissima*. Суммарный процент сходства между клонами *N. longissima* и *N. rectilonga*, выделенных из одной акватории Чёрного моря (Крым, Карадаг), составил всего 92.8%. В тоже время, суммарный процент сходства между *N. longissima* из Чёрного моря и *N. rectilonga* из Средиземного моря оказался не намного большим 93.5%. Полученные данные ясно показывают генетическое расхождение между двумя близкими видами *N. longissima* и *N. rectilonga*. Учитывая ранее полученные сведения, указывающие на наличие достоверных различий по числу и структуре фибул (Шоренко и др., 2014а), необходимо признать правомерным рассмотрение *N. longissima* и *N. rectilonga* в качестве отдельных видов.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ "Филогеография и репродуктивные основы разграничения видов диатомовых водорослей" № 14-04-90427-Укр-а.

Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли бентоса Черного моря. М.-Л., 1963. 244 с.

Шоренко К.И., Давидович О.И., Давидович Н.А. К вопросам таксономии, репродукции и распространения *Nitzschia longissima* (Bréb.) Grunow (Bacillariophyta) // Альгология. 2013. Т. 23. № 2. С. 113–138.

Шоренко К.И., Давидович Н.А., Давидович О.И. Влияние солёности на морфологические характеристики панцирей двух близких видов диатомовых водорослей *Nitzschia longissima* (Bréb.) Grunow, 1862 и *N. rectilonga* Takano, 1983 // Морской экологический журнал. 2014а. Т. 13. № 3. С. 75–80.

Шоренко К.И., Давидович Н.А., Куликовский М.С. Изменчивость морфологических и структурных элементов панциря в генетически однородных и разнородных группах *Nitzschia rectilonga* Takano (Bacillariophyta) // Биология моря. 2014б. Т. 40. № 5. С. 364–372.

Denüz N., Taş S., Koray T. New records of the *Dictyochoa antarctica* Lohmann, *Dictyochoa crux* Ehrenberg and *Nitzschia rectilonga* Takano species from the Sea of Marmara // Turkish Journal of Botany. 2006. Vol. 30. P. 213–216.

Fukuyo Y., Takano H., Chihara M., Matsuoka K. Red tide organisms in Japan – an illustrated taxonomic guide. Tokyo: Uchida Rokakuho, 1990. P. 1–430.

Hasle G.R., Syvertsen E.E. Marine Diatoms. Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. San Diego, Academic Press, 1996. P. 5–385.

Karthik R., Arun Kumar M., Sai Elangovan S., Siva Sankar R., Padmavati G. Phytoplankton abundance and diversity in the coastal waters of Port Blair, South Andaman island in relation to environmental variables // *Journal of Marine Biology and Oceanography*. 2012. Vol. 1. № 2. P. 1–6.

Kützing F.T. Species algarum. Lipsiae, Leipzig: F.A. Brockhaus, 1849. 891 p.

Takano H. New and rare diatoms from Japanese marine waters XII // *Bulletin of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory*. 1983. № 112. P. 13–26.

Е.А.Элбакидзе
РИСС-ВЮРМ КАК АНАЛОГ БУДУЩИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ
ИЗМЕНЕНИЙ

E.A.ELBAKIDZE. RISS-WURM AS ANALOGUE OF FUTURE CLIMATIC
CHANGES

ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток,
Россия, Ekato21@mail.ru

Множество геоморфологических исследований береговой зоны в континентальном секторе Японского и Охотского морей доказали существование позднечетвертичных морских террас, фиксирующих более высокий уровень моря, чем в среднем голоцене (Алексеев, 1978). Однако степень геологической изученности этих террас и их пространственного распределения ещё недостаточна. Прежде всего, это касается выявления ритмики колебаний уровня Японского моря в рисс-вюрме (находкинское время), которому соответствует максимальная в плейстоцене гляциоэвстатическая трансгрессия Мирового океана. В связи с этим, остаются неполными литолого-фациальная характеристика осадков морских террас и биостратиграфическое обоснование их положения в общей схеме четвертичных отложений юга Дальнего Востока. К числу разрезов, наиболее полно изученных (спорово-пыльцевой, диатомовый, микро- и макрофаунистический анализы), относятся разрезы древнего морского уровня (6-10 м) на правом берегу р. Зеркальная. Здесь в рельефе сочетаются помимо голоценовых террас (3-5 м) и более древние "песчаная" (8-12 м) и "галечная" (6 м) террасы. В разрезе «песчаной» террасы на склоне, обращённом во внутреннюю часть лагуны р. Зеркальная, описан разрез 4268.

В интервале 5-8 м (от кровли описанной части разреза) терраса задернована. В данной точке наблюдения (4268) выше 1-го слоя в глубине террасы залегает пачка эоловых песков (мощностью 2-4 м), а в её основании (интервал 8-10 м) –

горизонтальные слоистые разнозернистые пески с прослоями хорошо окатанных валунов и галек. В указанном разрезе выделяются 4 разновозрастных пачки осадков, фиксирующие колебания уровня Японского моря. I пачка, вскрываемая в основании разреза 8-10 метровой террасы, представлена разнозернистыми горизонтально-слоистыми пляжевыми песками, в кровле которых наблюдается комплекс диатомей с преобладанием *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs (36%), *Campylodiscus echeneis* Ehr. ex Kütz. (30%), *Campylodiscus daemelianus* Grun. (10%), *Thalassiosira hyperborea* (Grun.) Hasle (5%). II пачка (интервал 3.0-4.4 м), сложена песками с прослоями алевритов, сформировавшихся в изменяющихся условиях мелководной лагуны марша. В III пачке (интервал 0.8-2.6 м, слои 5-7) встречен богатый комплекс диатомей, близкий к комплексу диатомей I пачки, но с большим содержанием пресноводных форм, что соответствует полузакрытой лагуне (10-18‰). Климатические условия этого времени были теплее современных на 2°C, об этом свидетельствует доминирование умеренно теплолюбивых диатомей (до 70%). Данной пачке осадков соответствует пик трансгрессии: столб воды, предположительно, превышал современный на 8-10 м. IV пачка осадков соответствует золовоморским отложениям, это подтверждается обилием лагунноморских (*Campylodiscus echeneis*, *C. daemelianus*, *Actinocyclus ehrenbergii*) и пресноводных (*Pinnularia borealis* Ehr., *P. viridis* (Nitzsch) Ehr., *Eunotia praeurpta* Ehr.) форм. Формирование этой пачки осадков происходило в ходе развития нижележащих морских отложений. Осадки данной террасы формировались в условиях более тёплого климата, чем современный. Этому соответствует преобладание в осадках по всему разрезу террасы умеренно тепловодных форм диатомей (до 70%). Можно предположить, что в изученном разрезе 8-10 метровой морской террасы в устье р. Зеркальная зафиксированы колебания уровня во время стадии 5е ресс-вюрмской трансгрессии.

Здесь же в устье р. Зеркальная установлена и более низкая морская терраса высотой до 6-7 м. Разрез этой террасы (4267), расположенной в 250 м к северу от т.н. 4268, представлен 2 пачками прибрежно-морских осадков, разделённых толщей пресноводно-лагунных отложений с линзами низинного торфа. Данные осадки накапливались в условиях полузакрытой или полностью отчленённой от моря лагуны. Об этом свидетельствует

наличие в осадках 1 и 3 пачек лагунно-морских видов *Campylodiscus echeneis* (до 30%), *C. daemelianus* (до 10%), *Actinocyclus ehrenbergii* (до 30%). Разделяющие 1 и 3 пачки осадки лишь единично содержат лагунно-морские и лагунно-пресноводные диатомеи, что свидетельствует о формировании вмещающих осадков в пресноводном или слабосолоноватоводном водоёме в условиях прохладного климата при уровне моря, близком к современному. Эти осадки соответствуют небольшой регрессии, разделяющей две фазы единой трансгрессии. Установленные на изучения морских террас в устье р. Зеркальная колебания уровня Японского моря могут быть сопоставлены с трансгрессиями Мирового океана (Lambeck et al., 2002), зафиксированных в террасах о-ва Барбадос (Mesolella, 1969), и сделать следующие выводы. 1) Отложения основания песчаной террасы (высота 10 м) по биостратиграфическим характеристикам соответствует МИС 5е, с которой сопоставляется максимальное потепление климата и наиболее высокий уровень Мирового океана в позднечетвертичное время. Подъём уровня Японского моря составлял не менее 8-10 м относительно современного. Этой отметке в разрезе 4268 соответствует пачка лагунно-морских осадков, в составе диатомового комплекса которой отмечено доминирование лагунно-морского *Actinocyclus ehrenbergii* (50%). 2) Формирование двух лагунных пачек отложений 6-метровой террасы (разрез 4267), в составе которых отмечено обилие холодноводных лагунных диатомей с участием пресноводных форм, по-видимому, шло в условиях более прохладного климата по сравнению с МИС 5е. Скорее всего, они отражают климатические условия МИС 5а и 5с, которым отвечает и более низкий уровень моря 3 и 6 м соответственно.

Работа выполнена при поддержке гранта № 15-1-2-063.

Алексеев М.Н. Антропоген Восточной Азии: Стратиграфия и корреляция. М.: Наука, 1978. 207 с.

Lambeck K., Esat T.M., Potter E-K. Links between climate and sea levels for the past three million years // Nature. 2002. Vol. 419. P. 199–206.

Mesolella K.J. The astronomical theory of climatic changes: Barbados data // The Journal of Geology. 1969. Vol. 77. P. 257–274.