

Современные и ископаемые диатомовые острова Большой Ляховский (Новосибирский архипелаг, Сибирская Арктика)

О. В. ПАЛАГУШКИНА¹, С. ВЕТТЕРИХ², Л. ШИРРМАЙСТЕР², Л. Б. НАЗАРОВА^{1,2,3}

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет,
Институт управления, экономики и финансов
420008, Казань, ул. Кремлевская, 18
E-mail: opalagushkina@mail.ru

² Институт им. Альфреда Вегенера, Гельмгольц центр полярных и морских исследований
14473, Потсдам, Телеграфенберг, А 43

³ Потсдамский университет, Институт Земли и экологических наук
14476, Потсдам-Гольм, ул. Карла Либкнехта, 24-25.

Статья поступила 26.10.2016

Принята к печати 26.01.2017

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты исследования видового состава диатомовых водорослей полигональных водоемов и четвертичных мерзлотных структур о-ва Бол. Ляховский (Новосибирский архипелаг) и реконструкция изменений окружающей среды высоких широтной Арктики по диатомовым водорослям в период позднеледникового периода плейстоцена – раннего голоцене. Общий видовой состав диатомовых водорослей включает 159 видов. Основными экологическими факторами, определяющими их распространение, являются температура воздуха, глубина водоема, pH и электропроводность воды, наличие ионов кремния и алюминия. Увеличение глубин и формирование стабильных озерных условий в древнем термокарстовом водоеме в связи с повышением температуры воздуха отмечалось в позднем плейстоцене до $11\ 860 \pm 160$ л. н. и в голоцене в промежутке от $11\ 210 \pm 160$ до 7095 ± 60 л. н.

Ключевые слова: высокие широты Арктики, о-в Бол. Ляховский, диатомовые, экологические факторы, плейстоцен, голоцен.

Территория высоких широтной Арктики (71° с. ш. и выше), к которой принадлежат и острова Новосибирского архипелага, отличается экстремальностью климатических условий (длинные зимы, постоянно низкие температуры, короткие периоды вегетации). В силу этого до настоящего времени она оста-

ется практически не затронутой прямым антропогенным воздействием и, следовательно, обладает исключительным индикативным потенциалом для реконструкции условий окружающей среды прошлого [Cremer, Wagner, 2003; Палагушкина и др., 2014; Frolova, 2016]. Палеоархивами в арктических условиях слу-

жат донные отложения как современных водных экосистем, так и мерзлотные последовательности, образованные на месте ранее существовавших озер [Wetterich et al., 2009a]. В качестве палеоиндикаторов широко используются диатомовые водоросли, которые по-прежнему остаются недостаточно изученными в палеоархивах российской высокоСибирской Арктики. В литературе отмечены отдельные данные по диатомовым водорослям четвертичных отложений, полученные с территории двух островов Новосибирского архипелага – Бол. Ляховского [Романовский, 1958; Рапопорт, Романовский, 1959; Пирумова, 1968; Архангелов и др., 1996; Куницкий, 1998; Григорьев, Куницкий, 2000; Andreev et al., 2004, 2009, 2011] и Жохова [Анисимов и др., 2009а, б]. Уточнение видового состава и экологических предпочтений диатомовых водорослей высокоСибирских арктических территорий пополнит региональные

базы данных и послужит повышению точности палеоэкологических реконструкций.

Цель работы – изучение таксономического состава и уточнение экологии диатомовых палеоархивов о-ва Бол. Ляховский с выявлением ведущих экологических факторов, формирующих сообщества диатомовых на современном этапе и в течение последнего перехода от ледниковых к межледниковым условиям.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Комплексные исследования российско-германской экспедиции проводились на о-ве Бол. Ляховский в июле 2007 г. (рис. 1). По климатическому районированию территории острова относится к арктической климатической зоне, отличается большим перепадом продолжительности солнечного освещения зимой и летом, холодный период длится девять месяцев, безморозный – не превышает 30–

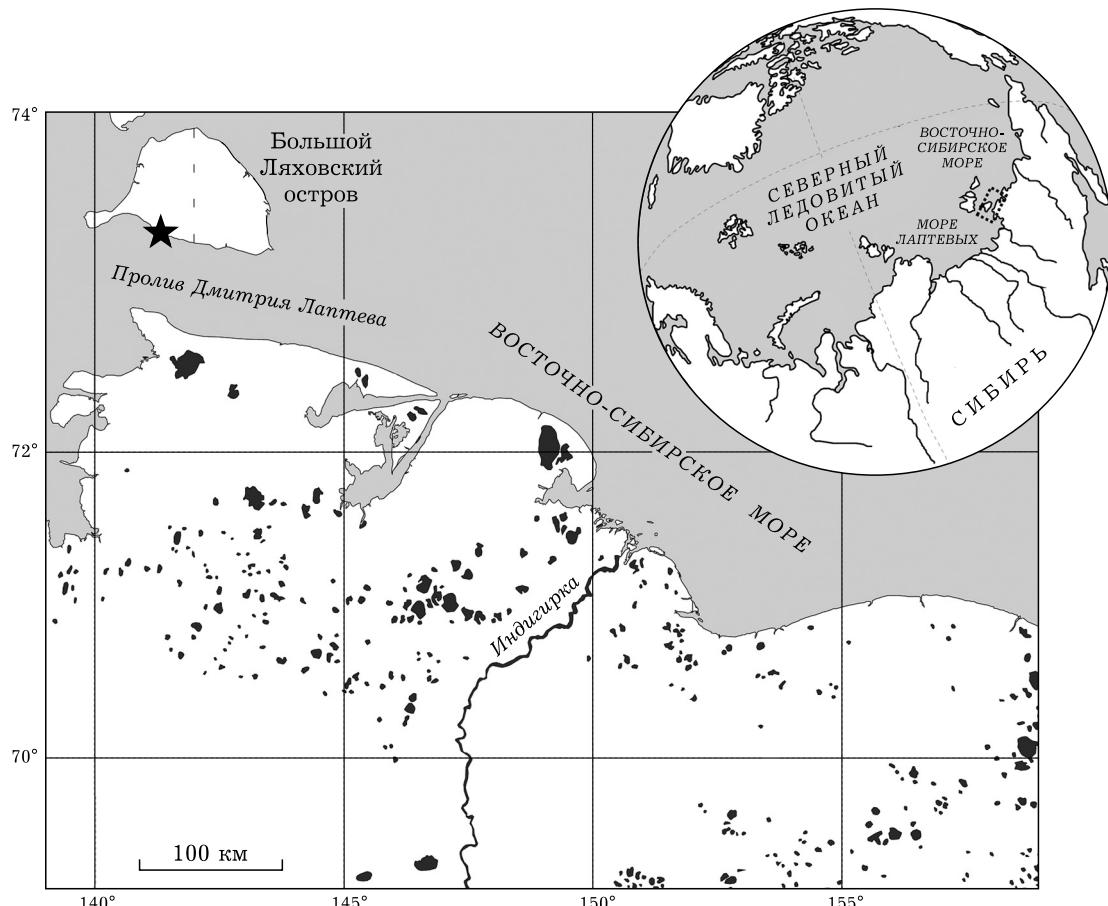


Рис. 1. Место проведения исследований на о-ве Бол. Ляховский.

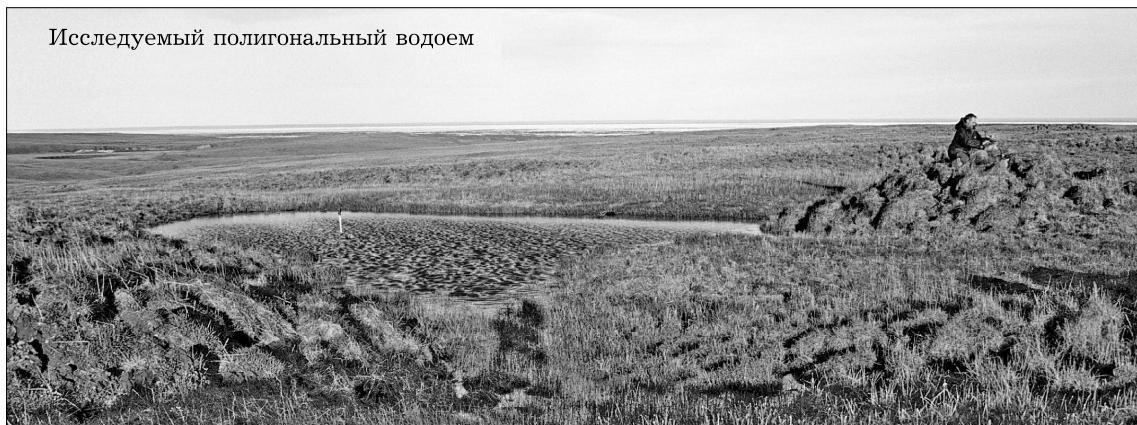
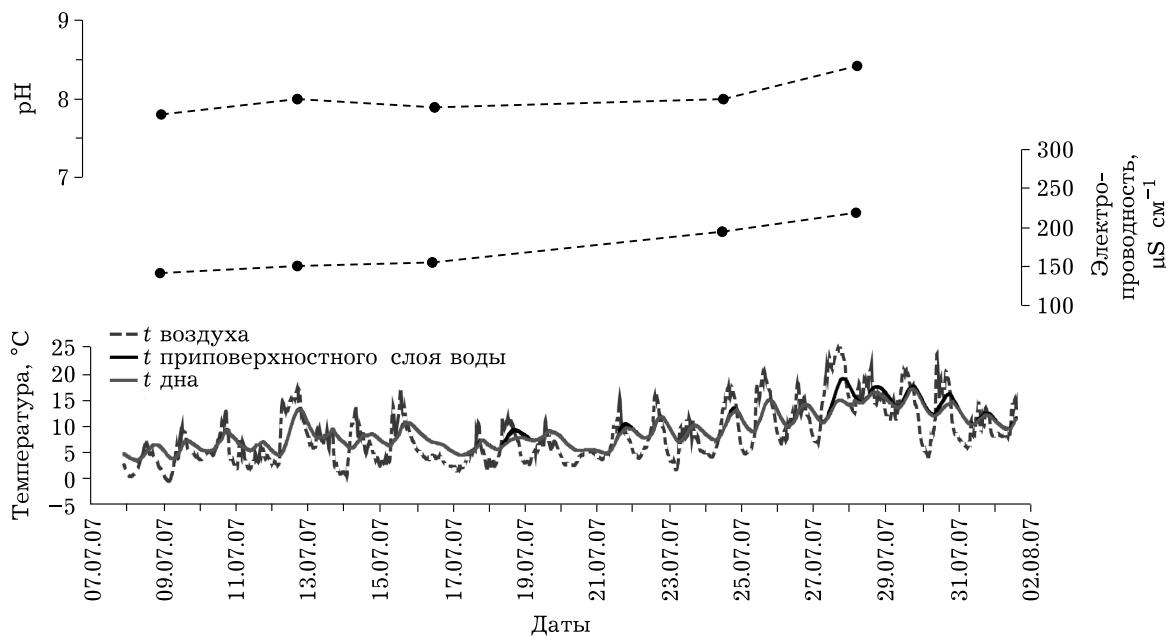


Рис. 2. Мониторинг температуры воздуха, воды, рН и электропроводности на полигональном водоеме LAP-01d о-ва Бол. Ляховский

45 дней. Средние температуры января изменяются от -32 до -35 $^{\circ}\text{C}$, средние температуры июля колеблются в пределах 6 – 8 $^{\circ}\text{C}$, среднее годовое количество осадков составляет менее 150 мм, более половины осадков выпадает в летний сезон [Гаврилова, 1973]. Термокарстовые озера довольно редки в современном рельефе острова, но термоэррозионные долины и полигональные водоемы являются общими чертами его современного перигляциального ландшафта [Wetterich et al., 2009b].

В ходе полевых работ обследованы 15 полигональных водоемов (LAP 1d-15) в разных ландшафтных элементах южной прибрежной части о-ва Бол. Ляховский (73° с. ш., 141° в. д.) с отбором проб воды и поверхностного слоя

донных отложений, представленных илистым или песчаным материалом с долей детрита. Непосредственно на водоеме измерялись температура, рН и электропроводность воды [Wetterich et al., 2009a; Nazarova et al., 2011]. Химический анализ определил тип воды водоемов острова как гидрокарбонатно-хлоридный [Wetterich et al., 2008] с малой минерализацией [Алекин, 1970] и жесткостью – очень мягкая. Реакция воды (рН) для них классифицируется как нейтральная – слабощелочная [Palagushkina et al., 2012a, 2013]. Ежедневный мониторинг температуры воды водоема LAP-01d показал ее зависимость главным образом от температуры воздуха (рис. 2), которая менялась в пределах от -1

до +25 °C, тогда как температура воды за тот же период колебалась от 3 до 17 °C соответственно. Более детальная информация об изученных полигональных водоемах острова представлена в работе [Palagushkina et al., 2012a].

Образцы мерзлотных отложений на микропалеонтологический анализ брали на прибрежном обрыве острова со стороны пролива Дмитрия Лаптева из композитного профиля L7-08, состоявшего из субпрофилей АВ и СД (рис. 3), отдельные пробы которых датировали радиоуглеродным методом на ускорительном масс-спектрометре (AMS). Результаты по геохронологии, литологии, а также первые палеонтологические данные профиля L7-08, полученные по пыльце и остракодам, опубликованы ранее [Wetterich et al., 2009a]. По результатам геохронологического, седиментологического, биохимического и криолитологического анализов в профиле выделены три типа горизонтов: А – таберальный, представленный отложениями позднеплейстоценового ледового комплекса, В и С – озерные, состоящие из позднеледниковых и раннеголоценовых отложений термокарстового озера, содержащих раковины моллюсков, остракод и фрагменты древесины и D – заболоченный горизонт, накопленный в условиях тундрового ландшафта в период голоцен [Wetterich et al., 2009a] (см. рис. 3).

Техническая обработка образцов донных отложений полигональных водоемов и мерзлотного профиля на диатомовый анализ проводилась с использованием метода водяной бани [Battarbee, 1986] в лаборатории Института им. Альфреда Вегенера (г. Потсдам, Германия). Для изготовления постоянных препаратов применяли высокопреломляющую смолу Naphrax. При определении видового состава использовали отечественные и зарубежные определители [Забелина и др., 1951; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, b]. При составлении видового списка учтены последние ревизии в систематике диатомовых водорослей [Генкал и др., 2013; AlgaeBase...]. Подсчет створок проводили по параллельным трансектам до 500 в образце современных донных отложений и до 200 в образцах профиля мерзлотных отложений с использованием светового микроскопа Axioplan Zeiss и иммерсионной среды. Общее число ство-

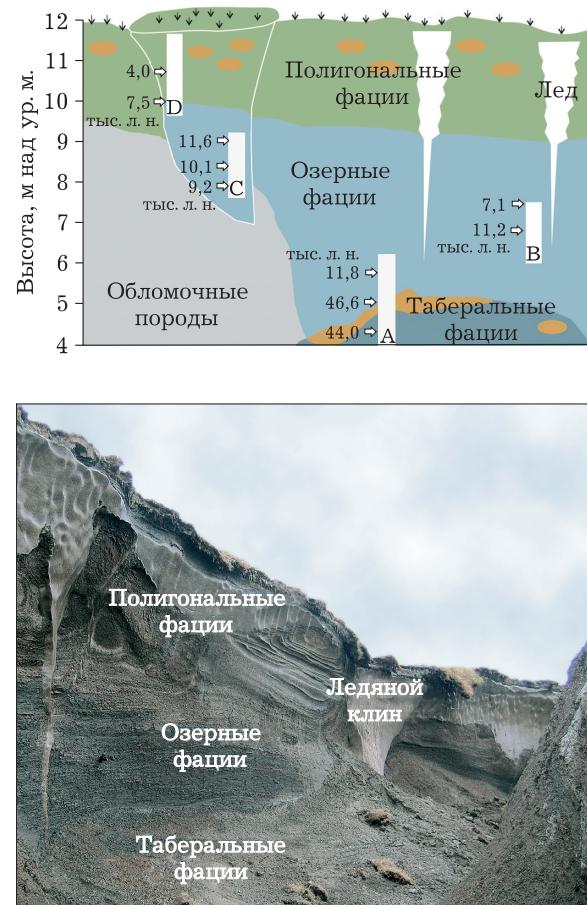


Рис. 3. Композитный профиль четвертичных многолетнемерзлых отложений L7-08 на прибрежном обрыве о-ва Бол. Ляховский. Горизонты профиля: А – таберальный, С и В – озерные, Д – заболоченный

рок принималось за 100 %. Доминирующими считались виды, составляющие 10 % и более от общего числа створок в препарате, субдоминантами – виды, число створок которых колебалось от 5 до 10 %.

Эколого-географическая характеристика диатомовых давалась по отношению к местообитанию, солености, pH воды, географическому распространению, температурной приуроченности и реофильности [Давыдова, 1985; Баринова и др., 2006]. Степень сходства таксономического состава их сообществ оценивали по коэффициенту Серенсена [Sorenson, 1948].

Статистический анализ в программе Sapoco 4.5 проводили в основном в соответствии с методами, примененными Л. Б. Назаровой и соавт. [Nazarova et al., 2013, 2015]. В ана-

лиз включали таксоны диатомовых, которые встречались, по крайней мере, в одном озере с относительной численностью более 5 %. DCA выявил, что градиентная длина оси 1 составляет 1,68 единиц стандартного отклонения, что говорит о необходимости применения линейного метода ординации – анализа избыточности (RDA) [Birks, 1995; ter Braak, Šmilauer, 2002]. В статистический анализ включали такие экологические характеристики, как среднениольская температура воздуха [New et al., 2002], температура воды в момент отбора проб, глубина водоема, прозрачность, электропроводность, pH, а также концентрации ионов Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , O_2 , Si^{4+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Al^{3+} , $\text{Fe}_{\text{общ}}$. Экологические параметры со значениями коэффициентов возрастания дисперсии (VIF) более 20 [ter Braak, Šmilauer, 2002] удалялись по одному, пока значения VIF всех оставшихся факторов не становились ниже 20. Их значимость, достоверно объясняющая вариации данных диатомовых, оценена методом прямого отбора (forward selection method). Соотношения между сообществами диатомовых водорослей современных водоемов и образцами мерзлотных отложений о-ва Бол. Ляховский проанализированы при помощи RDA “time-track”, в котором фоссильные данные спроектированы пассивно. Диаграмма распределения таксонов диатомовых в профиле мерзлотных отложений построена в программе C2 [Juggins, 2007], ее зонирование выполнено при помощи кластерного анализа в программе PAST [Hammer et al., 2001].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Видовой состав диатомовых и факторы, влияющие на их распределение. Диатомовая флора современных донных отложений 15 полигональных водоемов о-ва Бол. Ляховский представлена 84 видами (см. таблицу), количество которых по водоемам колебалось от 18 до 34. Доминирующими видами оказались *Achnanthidium minutissimum* (Kütz.) Czarnecki, *Caloneis amphisaena* (Bory) Cl., *Cymbopleura angustata* (W. Sm.) Kram., *Eunotia praerupta* Ehr., *E. tenella* (Grun.) Hust., *Fragilaria brevistriata* Grun., *Gomphonema angustum* var. *angustissima* H. F. Van Heurck, *Nitzschia*

frustulum (Kütz.) Grun., *N. paleacea* (Grun.) Grun., *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. и *T. flocculosa* (Roth) Kütz.

Эколого-географический анализ видового состава характеризует встреченные виды как космополитные бентосные, предпочитающие либо стоячие воды, либо индифферентные к течению и температуре (рис. 4). Найдено только два холодолюбивых вида – *E. praerupta* Ehr. и *Pinnularia brevicostata* Cl. Низкая минерализация воды большинства водоемов острова способствует доминированию в видовом составе олигогалобных таксонов, среди мезогалобных присутствовали *Eucosconeis flexella* (Kütz.) Meist. и *Tryblionella levicollis* W. Smith. По отношению к pH среды отмечалось преобладание видов нейтральной, либо слабощелочной среды.

Диатомовые позднеледниковых и голоценовых мерзлотных отложений из 17 проб термокарстового профиля L7-08 содержали в общей сложности 40 таксонов, число которых по горизонтам варьировало от 2 до 21 (рис. 5). Водоросли профиля характеризовались в большей степени как космополитные, бентосные или планктонно-бентосные виды. Только 5 % относились к аркто-альпийским и 8 % – к планктонным видам. Для большинства отмеченных таксонов их температурные предпочтения неизвестны или они принадлежали к группе индифферентов, также определены два холодолюбивых вида – *E. praerupta* Ehr. и *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh. Найденные в мерзлотных отложениях водоросли также индицировали олигогалинные и алкалифильтные условия (см. рис. 4, 5).

RDA с участием всех экологических параметров и данных по составу диатомовых современных водоемов и мерзлотных образований о-ва Бол. Ляховский продемонстрировал, что содержание ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Cl^- и электропроводность в значительной мере коррелируют между собой. Тест Монте-Карло (с 499 перестановками) показал, что значимыми параметрами в распределении диатомовых ($p \leq 0,05$) в современных и древних водоемах острова являются pH, июльская температура воздуха, электропроводность, глубина водоема, концентрации ионов кремния и алюминия.

Реконструкция экологических условий позднеледникового периода плейстоцена и

Видовой список и встречаемость диатомовых водорослей о-ва Бол. Ляховский

Авторы исследований		a	б	в	г	г
Название вида		и	и	и	с	и
1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Achnanthes oblongella</i> Østrup				+	
2	<i>A. trinodis</i> (Ralfs) Grunow				+	
3	<i>Achnanthidium bioretii</i> (H. Germain) Monnier, Lange-Bertalot & Ector				+	
4	<i>A. minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki				+	
5	<i>Achnantheiopsis delicatula</i> (Kützing) Lange-Bertalot			+		
6	<i>Actinocyclus normanii</i> (W. Gregory ex Greville) Hustedt					+
7	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing			+		
8	<i>A. libyca</i> Ehrenberg				+	
9	<i>Aneumastus tuscula</i> (Ehrenberg) D. G. Mann & A. J. Stickle					+
10	<i>Asterionella formosa</i> Hassall	+	+			
11	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	+	+			+
12	<i>A. granulata</i> var. <i>angustissima</i> (Otto Müller) Simonsen	+	+			
13	<i>A. italicica</i> (Ehrenberg) Simonsen	+	+			
14	<i>A. lacustris</i> (Grunow) Krammer					+
15	<i>A. valida</i> (Grunow) Krammer		+			+
16	<i>A. distans</i> (Ehrenberg) Simonsen	+	+			
17	<i>Brebissonia lanceolata</i> (C. Agardh) Mahoney & Reimer	+				
18	<i>Caloneis amphisaena</i> (Bory) Cleve	+	+	+	+	
19	<i>C. leptosoma</i> (Grunow) Krammer		+	+		
20	<i>C. silicula</i> (Ehrenberg) Cleve					+
21	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg				+	
22	<i>Cyclostephanos dubius</i> (Hustedt) Round				+	
23	<i>Cymbella affinis</i> Kützing				+	
24	<i>C. aspera</i> (Ehrenberg) Cleve				+	
25	<i>C. cymbiformis</i> C. Agardh				+	+
26	<i>C. cistula</i> (Ehrenberg) O. Kirchner					+
27	<i>C. heteropleura</i> (Ehrenberg) Kützing		+			
28	<i>C. gracilis</i> (Ehrenberg) Kützing		+			
29	<i>Cymbopleura angustata</i> (W. Smith) Krammer					+
30	<i>C. austriaca</i> (Grunow) Krammer			+		
31	<i>C. incerta</i> (Grunow) Krammer					+
32	<i>C. lata</i> (Grunow ex Cleve) Krammer			+		
33	<i>C. naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg) Krammer				+	
34	<i>C. subcuspidata</i> (Krammer) Krammer				+	
35	<i>C. tynni</i> (Krammer) Krammer					+
36	<i>Denticula tenuis</i> Kützing				+	
37	<i>Diatoma tenuis</i> C. Agardh				+	
38	<i>D. vulgaris</i> Bory	+	+			
39	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) Mart. Schmidt				+	
40	<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve					+
41	<i>D. oblongella</i> (Nägeli ex Kützing) Cleve-Euler				+	
42	<i>D. puelia</i> (Schumann) Cleve				+	
43	<i>Encyonema alpinum</i> (Grunow) D. G. Mann				+	
44	<i>E. hebridicum</i> Grunow ex Cleve	+	+	+		
45	<i>Eucocconeis flexella</i> (Kützing) Meister				+	
46	<i>E. laevis</i> (Østrup) Lange-Bertalot				+	
47	<i>Encyonema latens</i> (Krasske) D. G. Mann				+	
48	<i>E. mesianum</i> (Cholnoky) D. G. Mann				+	+

П р о д о л ж е н и е т а б л и ц ы

1	2	3	4	5	6	7
49	<i>E. minutum</i> (Hilse) D. G. Mann					+
50	<i>E. paucistriatum</i> (Cleve-Euler) D. G. Mann					+
51	<i>E. perpusillum</i> (Cleve-Euler) D. G. Mann		+			
52	<i>E. silesiacum</i> (Bleisch) D. G. Mann	+	+	+	+	+
53	<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg		+			
54	<i>E. bidens</i> Ehrenberg			+		
55	<i>E. bigibba</i> Kützing		+	+		
56	<i>E. bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	+	+	+	+	+
57	<i>E. denticulata</i> var. <i>denticulata</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst			+		
58	<i>E. diodon</i> Ehrenberg			+	+	
59	<i>E. exigua</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst	+	+	+	+	+
60	<i>E. faba</i> Ehrenberg			+	+	
61	<i>E. fallax</i> A. Cleve	+	+			
62	<i>E. inflata</i> (Grunow) Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot	+	+			
63	<i>E. monodon</i> Ehrenberg				+	
64	<i>E. parallelia</i> Ehrenberg					+
65	<i>E. papilio</i> (Ehrenberg) Grunow	+	+			
66	<i>E. pectinalis</i> (Kützing) Rabenhorst			+	+	
67	<i>E. praerupta</i> Ehrenberg	+	+	+	+	+
68	<i>E. satelles</i> (Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot) Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot	+				
69	<i>E. septentrionalis</i> Østrup				+	
70	<i>E. sudetica</i> Otto Müller				+	
71	<i>E. tenella</i> (Grunow) Hustedt	+	+	+	+	
72	<i>E. triodon</i> Ehrenberg		+			
73	<i>Fragilaria bidens</i> Heiberg					+
74	<i>F. brevistriata</i> Grunow					+
75	<i>F. capucina</i> Desmazières					+
76	<i>F. tenera</i> var. <i>nanana</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot & S. Ulrich				+	
77	<i>F. tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot				+	
78	<i>F. virescens</i> var. <i>exigua</i> Grunow					+
79	<i>F. sp.</i>					+
80	<i>Fragilariforma constricta</i> (Ehrenberg) D. M. Williams & Round				+	
81	<i>F. virescens</i> (Ralfs) D. M. Williams & Round			+		
82	<i>Frustulia rhomboidea</i> (Ehrenberg) De Toni					+
83	<i>F. spicula</i> Amossé					+
84	<i>F. vulgaris</i> (Thwaites) De Toni					+
85	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg			+	+	
86	<i>G. angustum</i> C. Agardh			+		
87	<i>G. angustatum</i> var. <i>angustissima</i> H. F. Van Heurck				+	+
88	<i>G. turris</i> Ehrenberg			+		
89	<i>G. gracile</i> Ehrenberg				+	
90	<i>G. minutum</i> (C. Agardh) C. Agardh				+	
91	<i>G. olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	+	+	+	+	+
92	<i>G. olivaceum</i> var. <i>minutissimum</i> Hustedt				+	
93	<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing			+	+	+
94	<i>G. truncatum</i> Ehrenberg	+		+	+	+
95	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst					+
96	<i>G. attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst				+	
97	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	+	+	+	+	+
98	<i>H. virgata</i> (Roper) Grunow			+		
99	<i>Humidophila contenta</i> (Grunow) Lowe, Kocielek, J. R. Johansen, Van de Vijver, Lange-Bertalot & Kopalova					+

П р о д о л ж е н и е т а б л и ц ы

1	2	3	4	5	6	7
100	<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D. G. Mann	+	+	+		
101	<i>L. nivalis</i> (Ehrenberg) D. G. Mann					+
102	<i>L. pseudokotschyti</i> (Lange-Bertalot) Metzeltin & Lange-Bertalot	+	+			
103	<i>L. ventricosa</i> (Kützing) D. G. Mann			+		
104	<i>Navicula amphibola</i> Cleve	+	+	+		
105	<i>N. bryophila</i> Østrup			+		
106	<i>N. cryptocephala</i> Kützing	+	+	+	+	
107	<i>N. lanceolata</i> Ehrenberg			+		
108	<i>N. semen</i> Ehrenberg	+				
109	<i>N. rhynchocephala</i> Kützing			+	+	
110	<i>N. vulpina</i> Kützing			+		
111	<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer					+
112	<i>N. bisulcatum</i> (Lagerstedt) Cleve				+	
113	<i>N. iridis</i> (Ehrenberg) Cleve		+	+	+	
114	<i>Nitzschia bulnheimiana</i> (Rabenhorst) H. L. Smith			+		
115	<i>N. commutatoides</i> Lange-Bertalot			+		
116	<i>N. frustulum</i> (Kützing) Grunow			+		
117	<i>N. frustulum</i> var. <i>tenella</i> Grunow			+		
118	<i>N. linearis</i> W. Smith			+		
119	<i>N. gracilis</i> Hantzsch			+		
120	<i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith			+		
121	<i>N. paleacea</i> (Grunow) Grunow			+		
122	<i>N. subtilis</i> (Kützing) Grunow			+		
123	<i>N. vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch					+
124	<i>N. sp.</i>					+
125	<i>Orthoseira roeseana</i> (Rabenhorst) O'Meara				+	+
126	<i>Pinnularia alpina</i> W. Smith				+	
127	<i>P. borealis</i> Ehrenberg	+	+	+	+	+
128	<i>P. brevicostata</i> Cleve			+	+	
129	<i>P. divergens</i> W. Smith			+		
130	<i>P. intermedia</i> (Lagerstedt) Cleve	+	+		+	
131	<i>P. interrupta</i> W. Smith			+	+	
132	<i>P. gentilis</i> (Donkin) Cleve		+			
133	<i>P. gibba</i> Ehrenberg			+		
134	<i>P. lata</i> (Brébisson) W. Smith	+	+	+		+
135	<i>P. microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve		+		+	+
136	<i>P. subcapitata</i> W. Gregory		+			
137	<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	+	+	+	+	+
138	<i>Platessa conspicua</i> (Ant. Mayer) Lange-Bertalot					+
139	<i>Placoneis elginensis</i> (W. Gregory) E. J. Cox					+
140	<i>P. placentula</i> (Ehrenberg) Mereschkowsky			+		
141	<i>Psammothidium levanderi</i> (Hustedt) Bukhtiyarova & Round					+
142	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot					+
143	<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky		+	+	+	
144	<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	+	+	+	+	+
145	<i>S. phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	+	+	+	+	+
146	<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D. M. Williams & Round				+	+
147	<i>Stephanodiscus alpinus</i> Hustedt				+	+
148	<i>S. minutulus</i> (Kützing) Cleve & Möller				+	
149	<i>S. niagarae</i> Ehrenberg					+
150	<i>S. rotula</i> (Kützing) Hendey	+	+			
151	<i>Surirella angusta</i> Kützing					+

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
152	<i>S. minuta</i> Brébisson ex Kützing, nom. illeg.					+
153	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing			+	+	
154	<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kützing	+	+			+
155	<i>Tabularia fasciculata</i> (C. Agardh) D. M. Williams & Round					+
156	<i>Tryblionella debilis</i> Arnott ex O'Meara					+
157	<i>T. levidensis</i> W. Smith					+
158	<i>Tetracyclus emarginatus</i> (Ehrenberg) W. Smith					
159	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	+	+	+		
Всего:		31	48	55	84	40

П р и м е ч а н и е. а – [Рапопорт, Романовский, 1959] (средний плейстоцен – голоцен); б – [Пирумова с соавт., 1968] (средний плейстоцен – голоцен); в – [Andreev et al., 2009] (поздний плейстоцен – голоцен); г – Палагушкина с соавт. (поздний плейстоцен – голоцен), с – современные отложения, и – ископаемые.

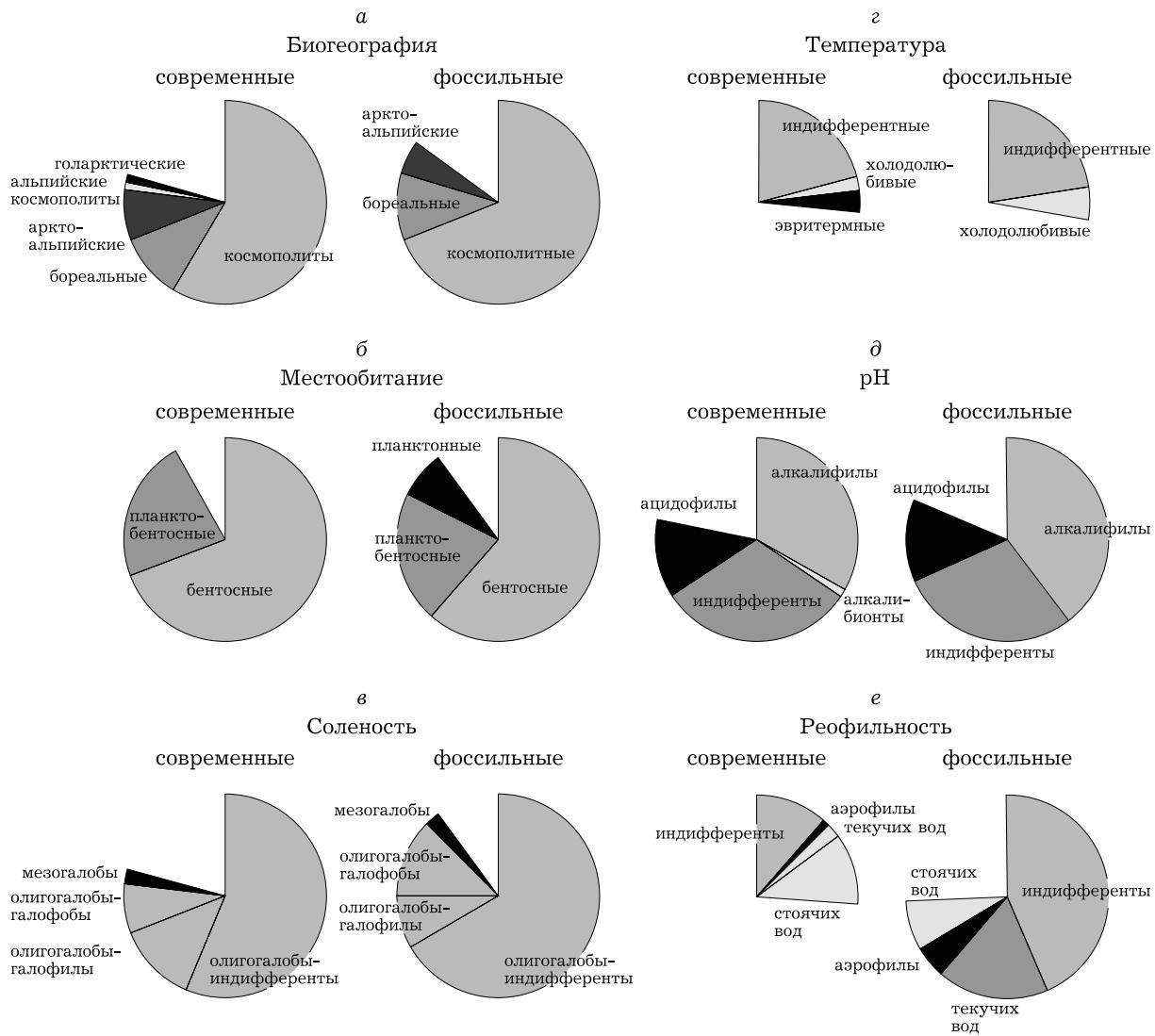


Рис. 4. Эколо-географическая характеристика современных и ископаемых диатомовых о-ва Бол. Ляховский

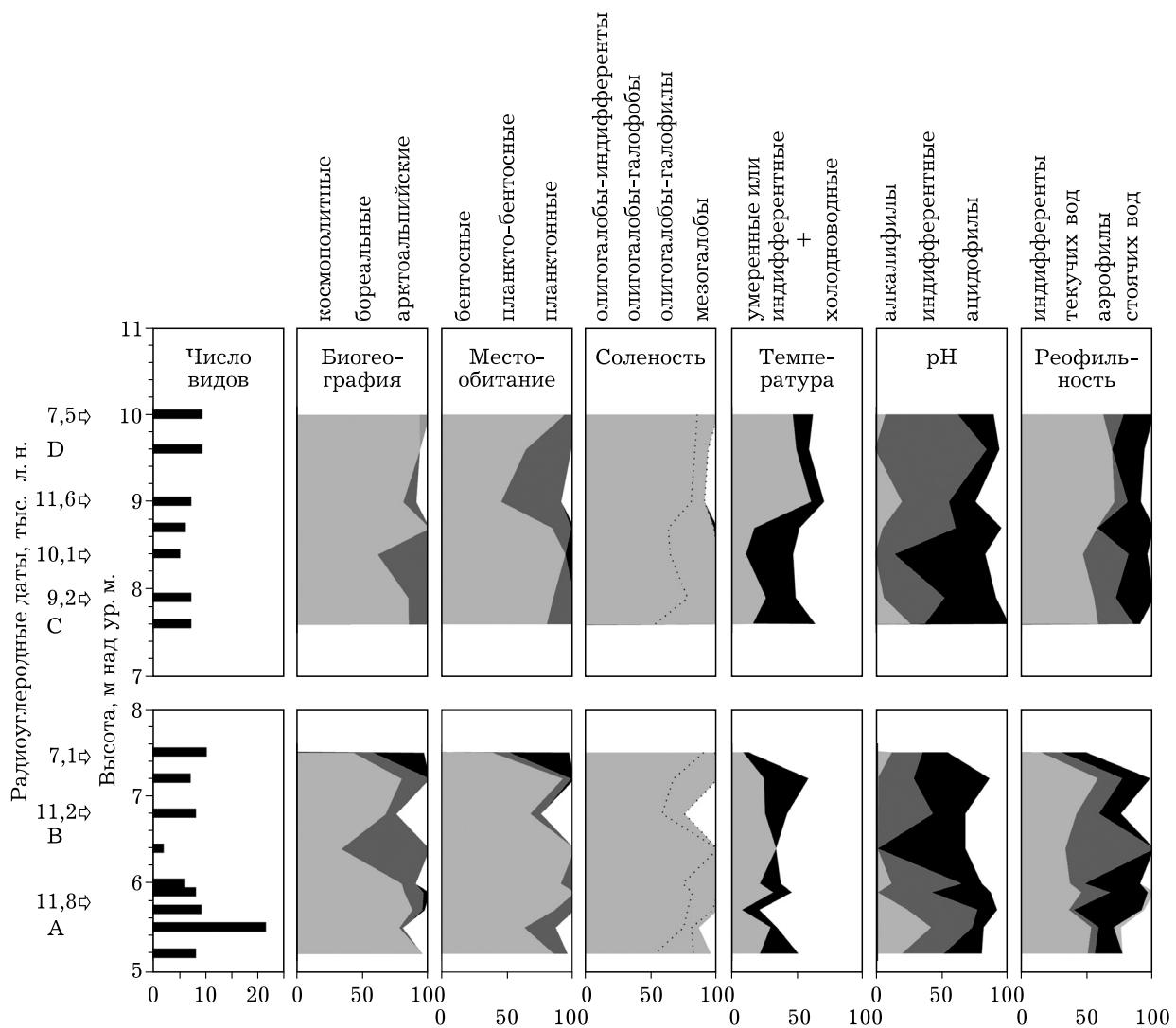


Рис. 5. Число видов и эколого-географическая характеристика диатомовых водорослей по горизонтам профиля L7-08 о-ва Бол. Ляховский

голоцен. Оба подпрофия термокарстового обнажения L7-08 имели близкий геологический возраст, но в верхнем подпрофиле CD отмечалось переотложение горизонтов в обратном порядке (см. рис. 3, 5), что исключило его из дальнейших палеоэкологических интерпретаций. Подпрофиль АВ по возрасту отложений и распределению 14 доминирующих видов диатомовых поделен на две зоны – А и В (рис. 6).

Образцы зоны А ($11\ 860 \pm 160$ л. н., 5,7 м над ур. м.) относятся к позднему плейстоцену. В ее пределах установлено 26 видов диатомовых, число которых менялось от шести до 21. Среди диатомей отмечалось увеличение доли створок ацидофильных, аэрофиль-

ных, индифферентных к течению и солености видов с доминированием *Pinnularia borealis* Ehr., *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun., *E. prae-rupta* Ehr., *Stauroneis phoenicenteron* (Nitzsch.) Ehr. Предполагается процесс обмеления и заболачивания образованного ранее термокарстового водоема в результате снижения температуры окружающей среды.

Зона В ($11\ 210 \pm 160 - 7095 \pm 60$ л. н., 6,8–7,5 м над ур. м.) охватывает период раннего голоцена. В пробах присутствует 13 видов диатомовых, число которых по горизонтам менялось от 7 до 10. В нижней части зоны зафиксировано очень малое число створок диатомей, что можно интерпретировать как временное исчезновение озера в раннем го-

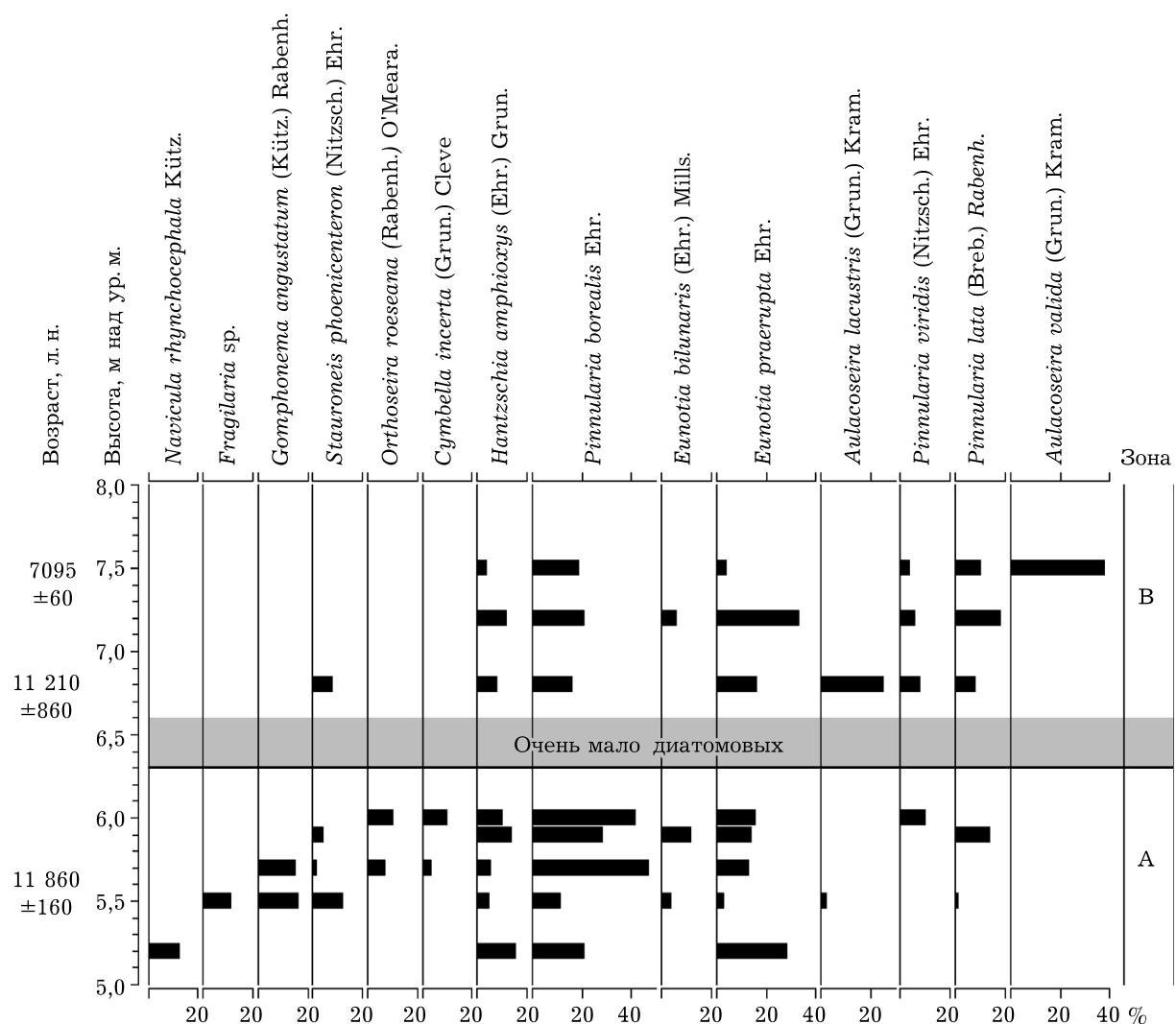


Рис. 6. Распределение доминирующих видов диатомовых по зонам в подпрофиле АВ четвертичных многолетнемерзлых отложений профиля L7-08 о-ва Бол. Ляховский.

лоцене. В средней и в верхней частях зоны отмечался значительный рост доли створок планктонных, а также ацидофильных и арктоальпийских видов. К видам-доминантам зоны А добавляются крупные бентосные виды рода *Pinnularia* – *P. lata* (Breb.) W. Smith и *P. viridis* (Nitzsch.) Ehrb., а также планктонные *Aulacoseira valida* (Grun.) Kramm. и *A. lacustris* (Grun.) Kramm, что может оказаться следствием увеличения глубин и формирования стабильных озерных условий в термокарстовом водоеме в связи с повышением температуры воздуха в период климатического оптимума голоцен, выделенного по результатам спорово-пыльцевого анализа для Новосибирских островов 10–9 тыс. лет назад со

средними температурами июля 5–7 °С [Макеев, Питулько, 1991].

ОБСУЖДЕНИЕ

Первые сведения о диатомовых из поздних четвертичных многолетнемерзлых отложений о-ва Бол. Ляховский описаны Н. Н. Романовским, Л. Г. Рапопортом [1959] и Л. Г. Пирумовой [1968]. Ими отмечены 31 и 48 видов диатомовых соответственно (см. таблицу). А. А. Андреев с соавт. [Andreev et al., 2009] представил данные о 55 видах позднеплейстоценовых и голоценовых диатомовых многолетнемерзлых отложений. Проведенное авторами исследование показало, что диато-

мовые современных донных отложений полигональных озер и четвертичных мерзлотных образований о-ва Бол. Ляховский многочисленны и разнообразны. Обобщенный таксономический список диатомовых насчитывает 159 видов (104 – из образцов мерзлотных отложений и 84 – из современных отложений полигональных водоемов), из них 19 отмечены более чем один раз среди ископаемых и современных отложений, что указывает на высокий адаптационный потенциал этих видов в меняющихся условиях окружающей среды в четвертичном периоде (см. таблицу).

Особенностью диатомовых современных голоценовых донных отложений является большее видовое богатство родов *Achnanthes* (вместе с переименованными в *Achnanthidium*, *Psammothidium*), *Cymbella* (включая *Cymbopleura* и *Encyonema*), *Fragilaria* (включая *Fragilariforma*, *Staurosirella*), *Gomphonea*, *Nitzschia*, преобладание среди них мелких быстрорастущих видов, требовательных к большей минерализации воды, концентрациям кремния и фосфора. Полное отсутствие планктонных форм определяется мелководностью современных полигональных водоемов.

Проведенное ранее изучение диатомовых современных донных отложений водоемов полигональной тундры трех субрегионов Северной Якутии (о-в Бол. Ляховский, Побережье Ойгосского Яра, территория в районе Тикси) показало, что значения pH, электропроводности и глубины водоема являются важнейшими экологическими факторами, определяющими видовой состав диатомовых [Palagushkina et al., 2012a]. В водоемах о-ва Бол. Ляховский кроме этих показателей значимыми в локальном распределении диатомовых являются июльская температура воздуха и концентрации ионов кремния и алюминия. Поскольку климат региона отличается значительной засушливостью [Гаврилова, 1973], а изученные водоемы мелководны, значимость летних температур воздуха проявляется не только во влиянии на температуру воды в водоемах [Wetterich et al., 2009a; Palagushkina et al., 2012b], но и на глубину протаивания активного ледового слоя и интенсивность испарения и, соответственно, на весь кислотно-щелочной и солевой баланс полигональных водоемов острова.

Что касается видового состава диатомовых мерзлотных отложений, то наибольшее число видов встречается среди родов *Eunotia*, *Pinnularia*, *Aulacoseira*, *Navicula* (включая переименованные роды *Luticola*, *Placoneis*, *Sellaphora*). Виды родов *Eunotia* и *Pinnularia* составляют пресноводный холодноводный комплекс бентосных ацидофильных в большей степени галофобных арктоальпийских и boreальных видов, характерных алассным осадкам [Белевич и др., 1970; Каган, 2012]. Согласно литературным данным, встречаемость видов этих двух родов определяется низкими концентрациями растворенных в воде ионов кальция, магния, карбонатов и гидрокарбонатов, низкими значениями pH [Van Dam et al., 1994; Potapova et al., 2003; Stenina, 2008]. Для маломинерализованных арктических водоемов pH воды в итоге становится важнейшим фактором среды, формирующим сообщества диатомовых водорослей [Rouillard et al., 2012].

Другой комплекс, представленный в основном алкалифильными видами родов *Aulacoseira* и *Navicula*, свойственен аллювию пойменной фации, отличаясь от предыдущего присутствием в нем планктонных форм [Белевич и др., 1970]. Развитие видов рода *Aulacoseira*, как правило, связывают с уменьшением продолжительности ледостава в связи с потеплением, увеличением периода и уровня открытой воды, а также более высокими концентрациями соединений кремния, доступность которых определяется турбулентностью воды [Rühland et al., 2005; Paul et al., 2010]. Оба комплекса диатомовых из мерзлотных отложений отражают существование водных экосистем в позднем плейстоцене и динамику условий окружающей среды прошлого.

Сравнение видового состава диатомовых донных отложений полигональных водоемов и четвертичных мерзлотных отложений показало высокое сходство современных и фоссильных флор острова – 40,3 %.

Высокая значимость температуры воздуха в формировании условий для развития водорослей обнаруживается для современного мелководного маломинерализованного водоема LAP 5 и проб мерзлотных обнажений L7-08, соответствующих позднему плейстоцену (проба 6, 5,2 м над ур. м.) и голоцену (пробы 13–14, 7,2–7,5 м над ур. м.) (рис. 7), что позво-

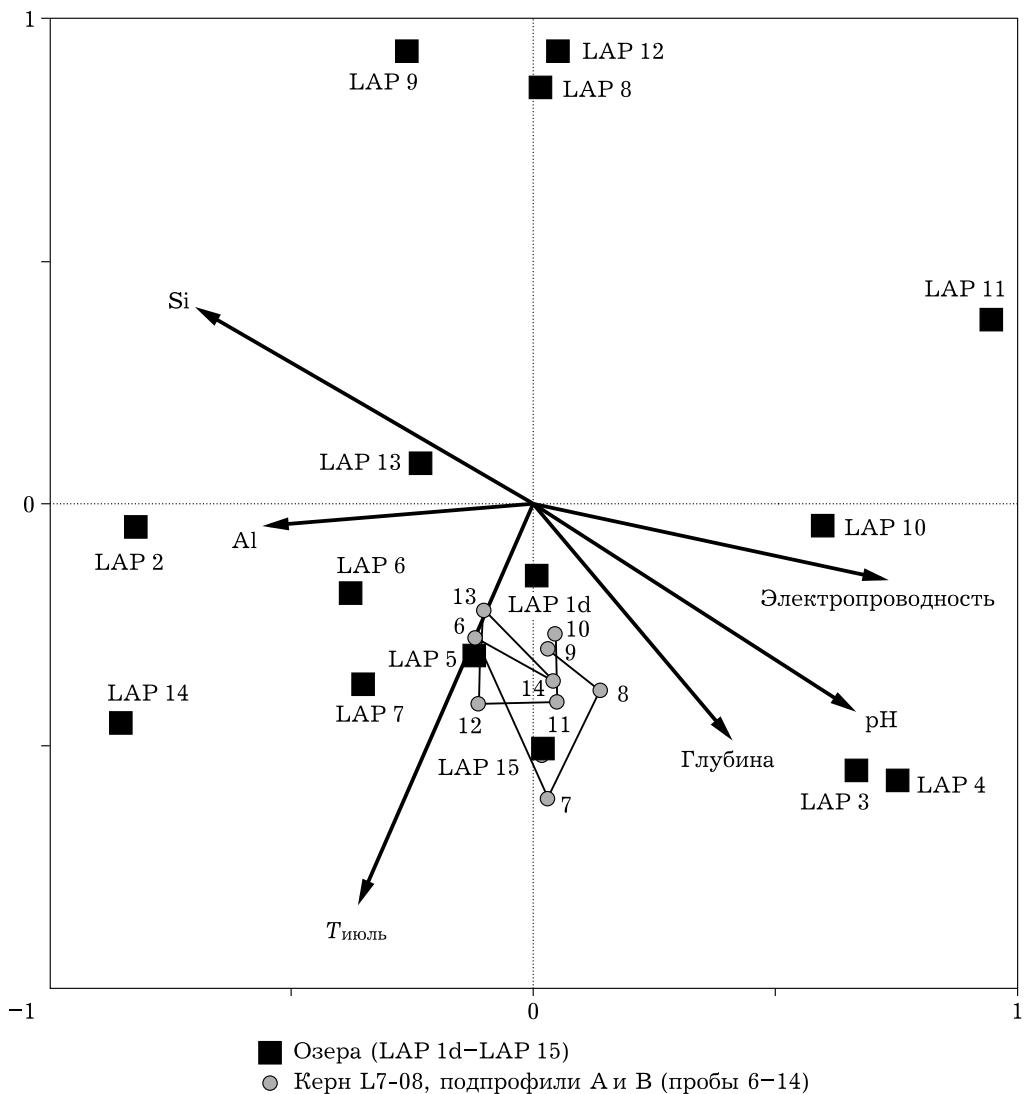


Рис. 7. Распределение проб диатомовых современных полигональных водоемов и четвертичных много-летнемерзлых отложений профиля L7-08 о-ва Бол. Ляховский по отношению к ведущим экологическим факторам среды.

6, 7, 8, 9, 10 – пробы зоны А профиля L7-08; 11, 12, 13, 14 – пробы зоны В профиля L7-08; LAP 1d-LAP 15 – пробы современных донных отложений полигональных водоемов

ляет предположить, что сходные с современными условиями могли существовать и в древнем термокарстовом водоеме.

Реконструированное наличие озерных условий из-за резкого потепления климата в позднем плейстоцене на рубеже 12 тыс. л. н., нашедшее свое отражение в активном развитии термокарста на о-ве Бол. Ляховский [Анисимов и др., 2009а, б], подтверждается и палинологическими данными в близких по возрасту пробах мерзлотного профиля L7-08, в частности, присутствием таких палиноморф, как споры зеленых водорослей *Pediastrum* и

Botryococcus [Wetterich et al., 2009a]. Существование хорошо развитого термокарстового водоема и стабильных озерных условий еще до начала голоцена отмечается и по большому количеству створок ostrакод, встречавшихся на горизонтах, датируемых 12,5 тыс. л. н. и примерно от 11,6 до 10,1 тыс. л. н. [Wetterich et al., 2009a].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило уточнить таксономические списки и экологи-

ческие особенности диатомовых водорослей палеоархивов о-ва Бол. Ляховский и показало, что в современной и ископаемой флоре диатомовых отмечается преобладание космополитных бентосных олигогалобных алкалифильных видов, индифферентных к температуре и скорости течения. Наличие видов, встречающихся как в ископаемых, так и в современных отложениях, указывает на высокий адаптационный потенциал диатомовых региона в отношении меняющихся условий окружающей среды в четвертичном периоде. Основными экологическими факторами, влияющими на распространение современных и ископаемых водорослей, являются температура воздуха, pH и электропроводность воды, глубина водоема, а также наличие ионов кремния и алюминия. Увеличение глубин и формирование стабильных озерных условий в ранее существовавшем термокарстовом водоеме в связи с повышением температуры воздуха отмечалось в позднем плейстоцене до $11\ 860 \pm 160$ л. н. и в промежутке от $11\ 210 \pm 160 - 7095 \pm 60$ л. н. голоцене.

Проект выполнен в рамках гранта РНФ 16-17-10118, международного проекта Arctic Ecological Network (Arc-EcoNet, BMBF 01DJ14003), а также за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приолжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров. Формирование баз данных выполнено при поддержке Фонда ДААД (Программа "Михаил Ломоносов", А0972849), Германия. Авторы статьи выражают глубокую благодарность российским и германским коллегам, помогавшим в проведении полевых и лабораторных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 444 с.
- Анисимов М. А., Иванова В. В., Пушкина З. В., Питулько В. В. Лагунные отложения острова Жохова: возраст, условия формирования и значение для палеогеографических реконструкций региона Новосибирских островов // Изв. РАН. Сер. географ. 2009а. № 4. С. 107–119.
- Анисимов М. А., Павлова Е. Ю., Питулько В. В. Голоцен Новосибирских островов // Фундаментальные проблемы квартара: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: мат-лы VI Всерос. совещ. по изучению четвертичного периода. Новосибирск, 2009б. С. 38–40.
- Архангелов А. А., Михалев Д. В., Николаев В. И. Реконструкция условий формирования многолетней мерзлоты и палеоклимата северной Евразии // Развитие областей многолетней мерзлоты и перигляциальной зоны северной Евразии и условия расселения древнего человека. М.: Ин-т географии РАН, 1996. С. 85–109.
- Баринова С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. 498 с.
- Белевич А. М., Куклина Т. А. Видовой состав, стратиграфическое и палеогеографическое значение диатомовых водорослей из четвертичных отложений севера Западно-Сибирской низменности и сопредельных районов // Учен. зап. НИИГА. Палеонтология и биостратиграфия. 1970. Вып. 30. С. 34–39.
- Гаврилова М. К. Климат Центральной Якутии. Якутск: Ин-т мерзлотоведения АН СССР, 1973. 118 с.
- Генкал С. И., Куликовский М. С., Михеева Т. М., Кузнецова И. В., Лукьянова Е. В. Диатомовые водоросли планктона реки Свисочь и ее водохранилищ. М.: Науч. мир, 2013. 236 с.
- Григорьев М. Н., Куницкий В. В. Ледовый комплекс арктического побережья Якутии как источник наносов на шельфе // Тр. Арктического регионального центра. Владивосток: Изд-во ДВО РАН, 2000. Т. 2, ч. 1. С. 109–116.
- Давыдова Н. Н. Диатомовые водоросли – индикаторы природных условий водоемов в голоцене. Л.: Наука, 1985. 244 с.
- Забелина М. М., Киселев И. А., Прошкина-Лавренко А. И., Шешукова В. С. Диатомовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Сов. наука, 1951. Вып. 4. 620 с.
- Каган Л. Я. Диатомовые водоросли Евро-Арктического региона. Анnotated коллекция. Древние и современные, морские и пресноводные. Кольский научный центр РАН, Ин-т проблем промышленной экологии Севера, 2012. 414 с.
- Куницкий В. В. Ледовый комплекс и криопланационные террасы острова Большого Ляховского // Проблемы геокриологии. Якутск: Изд-во СО РАН, 1998. С. 60–72.
- Макеев В. М., Питулько В. В. Новые данные о природных условиях в конце позднего плейстоцена – начале голоцена в высоколатитной азиатской Арктике и времени ее заселения древним человеком // ДАН СССР. Сер. Геология. 1991. Т. 319, № 2. С. 435–437.
- Палагушкина О. В., Назарова Л. Б., Фролова Л. А. Диатомовые водоросли из голоценовых осадков озера Большой Харбей (Большеземельская тундра, Россия) // Журн. Сиб. фед. ун-та. Сер. Биология. 2014. Вып. 4. С. 395–410.
- Пирумова Л. Г. Диатомы четвертичных отложений Севера Яно-Индигирской низменности и острова Большого Ляховского // Ископаемые диатомовые водоросли СССР. М.: Наука, 1968. С. 80–83.
- Рапопорт Л. Г., Романовский Н. Н. Палеогеография четвертичного времени на Северном Побережье Яно-Индигирской низменности по диатомовой флоре // Вопр. физ. геогр. полярных стран. 1959. Вып. 2. С. 196–203.
- Романовский Н. Н. Палеогеографические условия образования четвертичных отложений острова Большого

- го Ляховского (Новосибирские острова) // Там же. 1958. Вып. 1. С. 80–88.
- AlgaeBase <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=77640>
- Andreev A. A., Grosse G., Schirrmeyer L., Kuzmina S. A., Novenko E. Y., Bobrov A. A., Tarasov P. E., Kuznetsova T. V., Krubitschek M., Meyer H., Kunitsky V. V. Late Saalian and Eemian palaeoenvironmental history of the Bol'shoy Lyakhovsky Island (Laptev Sea region, Arctic Siberia) // *Boreas*. 2004. Vol. 33. P. 319–348.
- Andreev A. A., Grosse G., Schirrmeyer L., Kuznetsova T. V., Kuzmina S. A., Bobrov A. A., Tarasov P. E., Novenko E. Y., Meyer H., Derevyagin A. Y., Kienast F., Bryantseva A., Kunitsky V. V. Weichselian and Holocene palaeoenvironmental history of the Bol'shoy Lyakhovsky Island, New Siberian Archipelago, Arctic Siberia // *Ibid.* 2009. Vol. 38. P. 72–110.
- Andreev A. A., Schirrmeyer L., Tarasov P. E., Ganopolski A., Brovkin V., Siegert C., Wetterich S., Hubberten H.-W. Vegetation and climate history in the Laptev Sea region (Arctic Siberia) during late Quaternary inferred from pollen records // *Quaternary Sci. Rev.* 2011. Vol. 30. P. 2182–2199.
- Battarbee R. W. Diatom analysis // Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology / ed. B. E. Berglund. J. Wiley & Sons, 1986. P. 527–570.
- Birks H. J. B. Quantitative palaeoenvironmental reconstructions // Statistical modeling of quaternary science data. Technical Guide 5. Cambridge: Quaternary Research Association, 1995. P. 161–254.
- Cremer H., Wagner B. The diatom flora in the ultra-oligotrophic Lake El'gygytgyn, Chukotka // *B. Polar Biol.* 2003. Vol. 26 (2). P. 105–114.
- Frolova L. Subfossil Cladocera (Branchiopoda, Crustacea) in climatic and palaeoenvironmental investigations in Eastern Siberia (Russia) // 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016, June 28 – July 6, 2016. Conf. Proc., Book 4, vol. 2. P. 601–606.
- Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // *Palaeontology Electronica*. 2001. Vol. 4 (1). P. 9.
- Juggins S. C2 Version 1.5 User guide. Software for ecological and palaeoecological data analysis and visualisation. Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK, 2007.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae // *Suesswasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart, Jena: Gustav Fischer Verlag, 1986. 976 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epitriaceae, Surirellaceae // *Suesswasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart, Jena: Gustav Fischer Verlag, 1988. 596 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaeae, Eunotiaceae // *Suesswasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart, Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991a. 576 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Gesamtliteraturverzeichnis // *Suesswasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart, Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991b. 437 p.
- Nazarova L., Herzschuh U., Wetterich S., Kumke Th., Pestjakova L. Chironomid-based inference models for estimating mean July air temperature and water depth from lakes in Yakutia, northeastern Russia // *J. Paleoloc.* 2011. Vol. 45. P. 57–71.
- Nazarova L., Lüpfert H., Subetto D., Pestryakova L., Diekmann B. Holocene climate conditions in Central Yakutia (North-Eastern Siberia) inferred from sediment composition and fossil chironomids of Lake Temje // *Quaternary Int.* 2013. Vol. 290–291. P. 264–274.
- Nazarova L., Self A., Brooks S. J., van Hardenbroek M., Herzschuh U., Diekmann B. Northern Russian chironomid-based modern summer temperature data set and inference models // *Global and Planetary Change*. 2015. Vol. 134. P. 10–25.
- New M., Lister D., Hulme M., Makin I. A high-resolution data set of surface climate over global land areas // *Climate Res.* 2002. N 21. P. 1–25.
- Palagushkina O. V., Nazarova L. B., Wetterich S., Schirrmeyer L. Diatoms of modern bottom sediments in Siberian Arctic // *Contemporary Problems of Ecology*. 2012a. Vol. 5, N 4. P. 413–422.
- Palagushkina O. V., Nazarova L. B., Wetterich S., Schirrmeyer L. Distribution of diatoms in modern bottom sediments in Siberian arctic. 2012b. doi:10.1594/PANGAEA.809499.
- Palagushkina O. V., Nazarova L. B., Wetterich S., Schirrmeyer L. Some limnological characteristics of studied lakes in the Siberian arctic. 2013. doi:10.1594/PANGAEA.809502.
- Paul C. A., Rühland K. M., Smol J. P. Diatom-inferred climatic and environmental changes over the last 9000 years from a low Arctic (Nunavut, Canada) tundra lake // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoloc.* 2010. Vol. 291. P. 205–216.
- Potapova M., Charles D. F. Distribution of benthic diatoms in U.S. rivers in relation to conductivity and ionic composition // *Freshwater Biol.* 2003. Vol. 48. P. 1311–1328.
- Rouillard A., Michelutti N., Rosén P., Douglas M. S. V., Smol J. P. Using paleolimnology to track Holocene climate fluctuations and aquatic ontogeny in poorly buffered high Arctic lakes // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoloc.* 2012. Vol. 321–322. P. 1–15.
- Rühland K., Smol J. P. Diatom shifts as evidence for recent Subarctic warming in remote tundra lake, NWT, Canada // *Ibid.* 2005. Vol. 226: P. 1–16.
- Sørensen T. A new method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of a species content and its application to analysis of vegetation on Danish common // *Kgl. Dan. Selskab. Biol. Skr.* 1948. Bd. 5, N 4. P. 1–34.
- Stenina A. S. Diatoms in a peatbog polluted with oil-field brines in the Kolva River basin, Komi Republic // *Contemporary Problems of Ecology*. 2008. N 1. P. 449–453.
- ter Braak C. J. F., Šmilauer P. CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for canonical community ordination (version 4.5) // Micro-computer Power, Ithaca, NY., 2002.
- Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands // *Aquatic Ecol.* 1994. Vol. 28. P. 117–133.

Wetterich S., Herzschuh U., Meyer H., Pestryakova L., Plessen B., Lopez C. M. L., Schirrmeister L. Evaporation effects as reflected in freshwaters and ostracod calcite from modern environments in Central and Northeast Yakutia (East Siberia, Russia) // Hydrobiologia. 2008. Vol. 614 (1). P. 171–195.
Wetterich S., Schirrmeister L., Andreev A., Pudenz M., Plessen B., Meyer H., Kunitsky V. V. Eemian and

Late Glacial/Holocene palaeoenvironmental records from permafrost sequences at the Dmitry Laptev Strait (NE Siberia, Russia) // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2009a. Vol. 279. P. 73–95.

Wetterich S., Schirrmeister L. Limnological studies in the Dmitry Laptev-Strait region // Reports on Polar and Marine Res. 2009b. Vol. 584. P. 155–163.

Modern and Fossil Diatom Assemblages from Bol'shoy Lyakhovsky Island (New Siberian Archipelago, Arctic Siberia)

O. V. PALAGUSHKINA¹, S. WETTERICH², L. SCHIRRMEISTER², L. B. NAZAROVA^{1,2,3}

¹ Kazan (Volga) Federal University, Institute of Management, Economics and Finance,
420008, Kazan, Kremlevskaya str., 18
E-mail: opalagushkina@mail.ru

² Alfred Wegener Institute Helmholtz Center for Polar and Marine Research,
14473, Potsdam, Telegrafenberg A43

³ University of Potsdam, Institute of Earth and Environmental Science
14476, Potsdam-Golm, Karl-Liebknecht str., 24-25

We present results of taxonomic and ecological investigation of diatoms from polygonal ponds and Quaternary permafrost deposits of the Bol'shoy Lyakhovsky Island and a reconstruction of climatic changes on the island during Late Pleistocene/Holocene transition using fossil diatom assemblages from the permafrost deposits. The taxonomic list of diatoms includes 159 species. Main ecological factors, driving the distribution of diatoms in the investigated area are mean July air temperature, pH, conductivity, water depth, and concentrations of Si⁴⁺ and Al³⁺. Rise of the water depth and formation of stable lacustrine conditions in the ancient thermokarst lake was related to climate amelioration and took place in the Late Pleistocene before 11860 ± 160 yrs BP and during the early Holocene between 11210 ± 160 and 7095 ± 60 yrs BP.

Key words: high Arctic, Bol'shoy Lyakhovsky Island, diatoms, ecological factors, Pleistocene, Holocene.