

УДК 561.26 (476)

Г.К. ХУРСЕВИЧ<sup>1</sup>, А.В. КУДЕЛЬСКИЙ<sup>1</sup>, С.А. ФЕДЕНЯ<sup>1</sup>, ДЖ. МЭРФИ<sup>2</sup><sup>1</sup>Ин-т геологических наук, Национальная академия наук Беларуси,  
Беларусь, 220141 Минск, ул. Купревича, 7<sup>2</sup>Центр гидрологии и экологии, Дорсет DT2 8ZD, Великобритания**ВАСИЛЛЯРИОФЫТА ИЗ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДОННЫХ  
ОСАДКОВ МАЛЫХ НЕПРОТОЧНЫХ ОЗЕР ЮГО-ВОСТОЧНОЙ  
БЕЛАРУСИ**

Впервые изучены диатомовые водоросли из поверхностного слоя донных осадков шести малых непроточных озер юго-восточной Беларуси (Тюменское, Святое-3, Святское, Колпино, Святое-7 и Персток), в той или иной степени подверженных антропогенному воздействию и загрязнению радионуклидами Чернобыльской АЭС. В составе *Bacillariophyta* обнаружено 154 вида и 29 внутривидовых таксонов. Изученные озера, различающиеся по морфометрическим, гидрохимическим показателям и уровню трофики, характеризуются специфическим составом диатомовых водорослей.

*Ключевые слова:* диатомовые водоросли, систематический состав, экологическая характеристика, малые озера, Беларусь.

**Введение**

Изученные малые непроточные озера Беларуси расположены на загрязненных радионуклидами территориях Могилевской и Гомельской областей с плотностью <sup>137</sup>Cs загрязнения от  $257,5 \cdot 10^6$  до  $3700 \cdot 10^6$  кБк/км<sup>2</sup>. Озера Тюменское, Святое-3 и Святское находятся в пределах высокой надпойменной террасы р. Беседь (левого притока р. Сож). Водоёмы карстового типа, их происхождение обусловлено процессами выщелачивания верхнемеловых карбонатных пород, залегающих на глубине 60-120 м. Аналогичное происхождение имеют также озерные водоёмы Чечерской группы (Колпино и Святое-7), тяготеющие к долине р. Сож. Озеро Персток, расположенное близ д. Масаны в 30-километровой зоне Чернобыльской АЭС, связано с периодически затопляемой во время весенних половодий старой меандрой р. Припять. Общие сведения о шести изученных озерных водоёмах, а также данные о плотности <sup>137</sup>Cs загрязнения их водосборов, озерных вод и донных отложений каждого из исследованных озер приведены в табл. 1.

Общая минерализация озер низкая и варьирует в пределах 23-141 мг/дм<sup>3</sup>. Ионный состав воды озера Тюменское – гидрокарбонатно-сульфатный кальциево-магниевый, озера Персток – гидрокарбонатно-сульфатный кальциево-калиевый, озерных водоёмов Святое-3 и Святское – гидрокарбонатно-хлоридный кальциево-калиевый, а озер Колпино и Святое-7 – гидрокарбонатно-хлоридный калий-кальциевый (Кудельский и др., 2003).

Из всех изученных малых непроточных водоёмов озеро Тюменское испытывает минимальное антропогенное воздействие. Относительно высокие концентрации  $K^+$  (7-10 мг/л) в воде озера Святое-3 связаны с экспериментом (февраль 1998 г.) по внесению KCl-удобрений в озерный водоём с целью снижения

Таблица 1. Общая характеристика изученных озер

Озеро	Площадь водного зеркала, км <sup>2</sup>	Максимальная глубина, м	Объем водной массы, м <sup>3</sup>	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Расстояние от ЧАЭС, км	Плотность загрязнения водосбора*, 10 <sup>6</sup> Бк/км <sup>2</sup>	Запас <sup>137</sup> Cs в пределах водосбора*, 10 <sup>7</sup> Бк	<sup>137</sup> Cs в донных отложениях, Бк/кг сухого веса**	<sup>137</sup> Cs в воде, Бк/лм <sup>3</sup> **
Тюменское	0,085	4,5	226,720	2,712	232	482,8	130,9	до 260	1,83
Святос-3	0,25	5,1	717,950	1,02	225	1368,1	138,8	60,000-170,000	10,7
Персток	0,091	2,0	162,500	1,41	13	3700,0	521,7	55,000 (*Sr до 95,000)	14,0
Святское	0,083	11,0	449,860	0,85	175	769,3	65,4	55,300	5,3
Колпино	0,21	2,61	393,230	5,0	172	257,5	128,8	2,000	1,97
Святос-7	0,069	7,0	186,250	0,67	170	515,04	34,7	10,000	1,55

\* По состоянию на 01.01.1997; \*\* измерения 2001-2002 гг.

уровней цезиевого загрязнения рыбы (Smith et al., 2003). Повышенные содержания  $СГ$  (8,86-10,64 мг/л) и  $K^+$  (4,2-15 мг/л) в водной массе озер Святское, Колпино и Святое-7 обусловлены коммунальным либо сельскохозяйственным загрязнением водоемов. Озеро Персток с концентрацией  $K^+$  в воде до 6,1 мг/л,  $СГ$  до 12,05 мг/л, а также высокой активностью в водной среде  $^{137}Cs$  (14 Бк /дм<sup>3</sup>) и  $^{90}Sr$  (22 Бк /дм<sup>3</sup>) подвержено периодическому затоплению паводковыми водами, обогащенными радионуклидами, калием и некоторыми другими компонентами сельскохозяйственных удобрений (Кудельский и др., 2003).

В соответствии с существующими классификациями (Vollenweider, Kerekes, 1980; Трифонова, 1990), озера Тюменское и Святское по содержанию  $P_{общ}$  в воде (25 и 11 мкг/л соответственно) и концентрации хлорофилла  $a$  (4,6 и 7 мкг/л соответственно) относятся к мезотрофному типу; озера Святое-3, Святое-7 и Персток с содержанием  $P_{общ}$  в воде от 56 до 61 мкг/л и хлорофилла  $a$  от 11,3 до 15,3 мкг/л принадлежат эвтрофному типу, а озеро Колпино, в водной среде которого зафиксированы наиболее высокие уровни концентрации  $P_{общ}$  и хлорофилла  $a$  (266 и 539,2 мкг/л соответственно), может быть классифицировано как гиперэвтрофное, испытывающее наибольший антропогенный пресс из всех изученных малых водоемов.

Систематический состав диатомовой флоры малых непроточных озер юго-восточной Беларуси, подверженных в той или иной степени антропогенному воздействию и загрязнению радионуклидами Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), и ее эколого-географический анализ приведены в настоящей статье впервые. Кроме того, выявлены специфические особенности состава диатомей для разнотипных озер.

## Материалы и методы

Материалом для исследования послужили пробы поверхностного слоя донных отложений (пелогена) шести малых озер (Тюменское, Святое-3, Святское, Колпино, Святое-7 и Персток), расположенных на территории юго-восточной Беларуси. Пробы были отобраны в 2002 г. Техническая их обработка и приготовление постоянных препаратов велось по общепринятой методике (Диатомовые ..., 1974). В целом препараты были насыщены диатомовыми створками (за исключением препарата, приготовленного из пробы по озеру Святое-7). Процентное содержание видов и внутривидовых таксонов диатомей в препарате определялось обычно не менее чем из 500 подряд подсчитанных экземпляров створок по горизонтальному ряду в средней части препарата.

В работе использована система диатомовых водорослей, предложенная Ф. Раундом и др. (Round et al., 1990). Учтены таксономические преобразования диатомей, приведенные во многих монографических сводках (Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, b; Диатомовые ..., 1992; Lange-Bertalot, Metzeltin, 1996; Bukhtiyarova, 1999; Lange-Bertalot, 2001). Данные об экологии видов взяты из указанных выше публикаций и работ А. И. Прошкиной-Лавренко (1953), М. И. Порк (1970), Н. Н. Давыдовой (1985), Ван Дама и др. (Van Dam et al., 1994).

## Результаты

### Систематический состав

В поверхностном слое донных осадков малых озер Тюменское, Святое-3, Святское, Колпино, Святое-7 и Персток, расположенных в пределах юго-восточной Беларуси, определены 154 вида и 29 внутривидовых таксонов

диатомовых водорослей, которые относятся к 47 родам, 23 семействам, 14 порядкам и 3 классам (табл. 2).

Класс *Coscinodiscophyceae* представлен 4 порядками, 4 семействами и 6 родами, объединяющими 17 видов и 3 внутривидовых таксона (11 % общего числа обнаруженных диатомей). По числу видов выделяется род *Aulacoseira* семейства *Aulacoseiraceae* (7 видов), представители которого принадлежат к доминантам в изученных водоемах, за исключением озера Колпино. Роды *Stephanodiscus* и *Cyclotella* семейства *Stephanodiscaceae* содержат, соответственно, 4 и 3 вида.

Класс *Fragilariophyceae* представлен 2 порядками, 2 семействами и 10 родами, включающими 17 видов и 8 разновидностей (13,6 % общего числа встреченных диатомей). Ведущее положение в составе диатомовой флоры этого класса занимает семейство *Fragilariaceae*, содержащее 9 родов (15 видов и 8 внутривидовых таксонов). По численности доминируют виды родов *Fragilaria*, *Asterionella*, *Staurosirella* и *Staurosira*.

Наиболее представительным является класс *Bacillariophyceae*. Он включает 8 порядков, 17 семейств и 31 род, в котором определены 120 видов и 18 внутривидовых таксонов (75,4 %). Однако подавляющее число диатомей встречено с невысоким обилием. В составе диатомовой флоры этого класса по количеству семейств (7), родов (13) и видов (44) лидирует порядок *Naviculales*, в котором наибольшее число видов (11) содержит род *Pinnularia*. В порядке *Cymbellales* (2 семейства, 4 рода, 29 видов) наибольшим числом видов характеризуются роды *Cymbella* (12 видов) и *Gomphonema* (10 видов), в порядке *Bacillariales* (1 семейство, 2 рода, 13 видов) - род *Nitzschia* (11 видов), в порядке *Eunotiales* (1 семейство, 1 род) - род *Eunotia* (12 видов).

#### Эколого-географическая характеристика

Флора диатомовых водорослей изученных озер включает виды и внутривидовые таксоны, относящиеся к трем экологическим группам по условиям местообитания: а) группе планктонных диатомей, б) донных и в) обрастателей. Планктонные диатомовые водоросли составляют 18 % (26 видов и 7 внутривидовых таксонов) общего числа встреченных диатомей. Однако если класс *Coscinodiscophyceae* полностью представлен только планктонными диатомеями (17 видами) из родов *Aulacoseira*, *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos*, *Cyclotella* и др., то в классе *Fragilariophyceae* к ним принадлежат 8 видов из родов *Fragilaria*, *Asterionella*, *Synedra* и др., а в классе *Bacillariophyceae* присутствует лишь один планктонный вид *Nitzschia acicularis*.

Гораздо разнообразнее в качественном отношении донные диатомей (73 вида и 11 внутривидовых таксонов) и диатомей обрастаний (55 видов и 11 внутривидовых таксонов), составляющие, соответственно, 45 и 37 % общего количества представителей флоры. Донные диатомовые водоросли относятся главным образом к классу *Bacillariophyceae*, составляя в нем 60 %, и представлены различными видами *Neidium*, *Sellaphora*, *Pinnularia*, *Caloneis*, *Navicula*, *Stauroneis*, *Amphora*, *Nitzschia* и др. Виды обрастаний присутствуют как в классе *Fragilariophyceae* (до 52 %), так и в классе *Bacillariophyceae* (до 39 %). Среди них наиболее характерны виды *Eunotia*, *Cymbella*, *Encyonema*, *Gomphonema*, *Achnanthes* и некоторые другие.

Таблица 2. Систематический состав Bacillariophyta, обнаруженных в поверхностном слое осадков шести изученных озер юго-восточной Беларуси

Таксон	Экологическая характеристика			Географическое распространение	Число озер / максимальное обилие
	Местообитание	Галобность	Отношение к рН		
1	2	3	4	5	6
Класс Coscinodiscophyceae					
Подкласс Thalassiosirophyceae					
Порядок Thalassiosirales Gles. et Makar.					
Семейство Stephanodiscaceae Makar.					
Род Stephanodiscus Ehr.					
<i>S. hantzschii</i> Grun.	п	и	алб	к	3 / 2,8
<i>S. minutulus</i> (Kütz.) Cleve et Möller	п	и	алб	к	1 / 0,7
<i>S. parvus</i> Stoermer et Håkansson	п	и	алб	к	2 / 12,9
<i>S. rotula</i> (Kütz.) Hendey	п	и	алб	к	1 / 0,2
Род Cyclotella Kütz. ex Bréb.					
<i>C. atomus</i> Hust.	п	гл	и	к	1 / 2
<i>C. bodanica</i> var. <i>intermedia</i> Manguin	п	и	и	б	1 / +
<i>C. meneghiniana</i> Kütz.	п	гл	ал	к	3 / 2,2
<i>C. stelligera</i> Cl. et Grun.	п	и	ал	к	4 / 3,8
Род Cyclostephanos Round					
<i>C. dubius</i> (Fricke) Round	п	и	алб	б	4 / 3,2
Подкласс Coscinodiscophyceae					
Порядок Aulacoseirales Moiss. et Makar.					
Семейство Aulacoseiraceae Moiss.					
Род Aulacoseira Thw.					
<i>A. alpigena</i> (Grun.) Krammer	п	и	вц	а	2 / 13,4
<i>A. ambigua</i> (Grun.) Simonsen	п	и	ал	к	5 / 13
<i>A. granulata</i> (Ehr.) Simonsen f. <i>granulata</i>	п	и	ал	к	1 / 7
<i>A. granulata</i> f. <i>curvata</i> Grun.	п	и	ал	к	1 / +
<i>A. islandica</i> (O. Müll.) Simonsen	п	и	ал	а	1 / 18,4
<i>A. italica</i> (Ehr.) Simonsen var. <i>italica</i>	п	и	ал	к	3 / 36,8
<i>A. italica</i> var. <i>tenuissima</i> (Grun.) Simonsen	п	и	и	к	2 / 4,6
<i>A. subarctica</i> (O. Müll.) Haworth	п	и	ал	а	1 / 59
<i>A. valida</i> (Grun.) Krammer	п	и	и	а	2 / 9,1
Подкласс Rhizosoleniophyceae					
Порядок Rhizosoleniales Silva					
Семейство Rhizosoleniaceae D.T.					
Род Urosolenia Round et Crawford.					
<i>U. longiseta</i> (Zach.) Bukht.	п	и	и	к	2 / +
Подкласс Chaetocerotophyceae					
Порядок Chaetocerotales Round et Crawford.					

продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6
Семейство Acanthocerataceae Crawford					
Род Acanthoceras Hon.					
<i>A. zachariasii</i> (Brun) Sim.	п	н	н	б	1/+
Класс Fragilariophyceae					
Подкласс Fragilariophycidae					
Порядок Fragilariales Silva					
Семейство Fragilariaceae (Kütz.) D.T.					
Род Fragilaria Lyngb.					
<i>F. arcus</i> (Ehr.) Cl.	о	н	ал	а	1/0,4
<i>F. capucina</i> Desm. var. <i>capucina</i>	п	н	ал	к	3/2,4
<i>F. capucina</i> var. <i>gracilis</i> (Ostr.) Hust.	п	н	н	к	3/6
<i>F. capucina</i> var. <i>mesolepta</i> (Rabenh.) Rabenh.	п	н	ал	к	2/1,2
<i>F. capucina</i> var. <i>rumpens</i> (Kütz.) Lange-Bertalot ex Bukht.	о	н	н	к	2/8,6
<i>F. crotonensis</i> Kitt	п	гл	ал	б	3/39
<i>F. nanana</i> Lange-Bertalot	п	н	н	а	1/2,5
<i>F. vaucheriae</i> (Kütz.) J. B. Petersen	о	н	ал	б	1/+
Род Asterionella Hassal					
<i>A. formosa</i> Hassal	п	н	ал	к	4/24,6
Род Staurosirella Will. et Round					
<i>S. berolinensis</i> (Lemm.) Bukht.	п	н	ал	б	1/0,4
<i>S. pinnata</i> (Ehr.) Will. et Round	о	н	ал	б	5/3,8
Род Staurosira Ehr.					
<i>S. construens</i> Ehr. var. <i>construens</i>	о	н	ал	к	3/13
<i>S. construens</i> var. <i>venter</i> (Ehr.) Hamilton	о	н	ал	к	6/36
Род Pseudostaurosira Will. et Round					
<i>P. brevistriata</i> (Grun.) Will. et Round	о	н	ал	к	6/2,6
Род Fragilariforma Will. et Round					
<i>F. virescens</i> var. <i>oblongella</i> (Grun.) Bukht.	о	н	н	б	2/0,2
Род Synedra Ehr.					
<i>S. acus</i> Kütz. var. <i>acus</i>	п	н	ал	б	3/0,3
<i>S. acus</i> var. <i>radians</i> Kütz.	п	н	ал	б	1/+
<i>S. famelica</i> Kütz.	п	н	ал	а	1/3,5
<i>S. ulna</i> (Nitzsch) Ehr. var. <i>ulna</i>	о	н	ал	к	2/+
<i>S. ulna</i> var. <i>biceps</i> (Kütz.) Schönf.	о	н	ал	к	1/+
<i>S. ulna</i> var. <i>danica</i> (Kütz.) Grun.	п	н	ал	к	1/0,5
Род Ctenophora (Grun.) Will. et Round					
<i>C. pulchella</i> (Ralfs) Williams et Round	о	мез	ал	б	2/0,1
Род Tabularia (Kütz.) Will. et Round					
<i>T. tabulata</i> (Ag.) Snoeijis	о	мез	н	к	2/0,2
Порядок Tabellariales Round					
Семейство Tabellariaceae Kütz.					
Род Tabellaria Ehr.					
<i>T. fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	п	гб	ал	б	3/2,3
<i>T. flocculosa</i> (Roth.) Kütz.	о	гб	ал	а	6/18,8
Класс Bacillariophyceae					
Подкласс Eunotiophycidae					
Порядок Eunotiales Silva					
Семейство Eunotiaceae Kütz.					

продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6
Род <i>Eunotia</i> Ehr.					
<i>E. bilunaris</i> (Ehr.) Mills	о	н	н	к	3 / 0,3
<i>E. bilunaris</i> var. <i>micophila</i> L.-B. et Nörpel	о	н	н	к	3 / 0,4
<i>E. exigua</i> (Bréb. ex Kütz.) Rabenh.	о	н	ал	к	5 / 0,8
<i>E. faba</i> (Ehr.) Grun.	о	гб	ал	а	3 / 0,2
<i>E. faba</i> var. <i>intermedia</i> (Krasske) A. Cl.	о	гб	ал	а	1 / 0,9
<i>E. flexuosa</i> (Bréb.) Kütz.	о	н	ал	к	1 / +
<i>E. formica</i> Ehr.	о	н	н	к	1 / 0,2
<i>E. gracialis</i> Meist.	о	н	ал	к	1 / +
<i>E. microcephala</i> Krasske	о	н	ал	а	2 / 0,2
<i>E. minor</i> (Kütz.) Grun.	о	гб	ал	к	3 / 0,2
<i>E. serra</i> Ehr. var. <i>serra</i>	о	н	ал	а	2 / +
<i>E. serra</i> var. <i>tetraodon</i> (Ehr.) Nörpel	о	н	ал	а	2 / +
<i>E. sudetica</i> O. Müll.	о	н	ал	а	1 / +
<i>E. tenella</i> (Grun.) A. Cl.	о	гб	ал	к	3 / 2,4
<i>E. veneris</i> (Kütz.) D. T.	о	н	ал	а	1 / 0,2
Подкласс Bacillariophycidae					
Порядок Cymbellales Mann					
Семейство Cymbellaceae Grev.					
Род <i>Pilaeoneis</i> Mereschk. emend. Cox					
<i>P. abiscoensis</i> (Hust.) L.-B. et Metzeltin	д	н	н	а	1 / 0,1
<i>P. elginensis</i> (Greg.) Cox	д	н	н	к	1 / +
Род <i>Cymbella</i> Ag.					
<i>C. amphicephala</i> Nägeli	о	н	н	б	1 / 0,2
<i>C. aspera</i> (Ehr.) H. Perag.	о	н	ал	а	1 / 0,3
<i>C. broenlundensis</i> Foged	о	н	н	н	1 / +
<i>C. cistula</i> (Hemp.) Kirchner	о	н	ал	б	1 / 0,2
<i>C. cymbiformis</i> Ag.	о	н	ал	б	1 / +
<i>C. gracilis</i> (Ehr.) Kütz.	о	гб	н	а	1 / 1,4
<i>C. hustedtii</i> Krasske	о	н	ал	б	1 / 0,1
<i>C. hybrida</i> Grun.	о	н	алб	а	1 / 0,2
<i>C. lanceolata</i> (Ehr.) Kirchner	о	н	ал	б	1 / 0,2
<i>C. microcephala</i> Grun.	о	н	алб	б	1 / 2,4
<i>C. naviculiformis</i> Auersw.	о	н	н	к	2 / 0,2
<i>C. reinhardtii</i> Grun.	о	н	н	к	1 / +
Род <i>Encyonema</i> Kütz.					
<i>E. caespitosum</i> Kütz.	о	мез?	н	к	1 / 1,6
<i>E. elginense</i> (Krammer) Mann	о	н	ал	к	1 / 0,7
<i>E. hebridica</i> (Greg.) Grun.	о	н	н	а	1 / 2,8
<i>E. minuta</i> (Hilse ex Rabenh.) Mann	о	н	н	к	3 / +
<i>E. norvegica</i> (Grun.) Bukht.	о	н	ал	а	1 / +
Семейство Gomphonemataceae (Kütz.) Grun.					
Род <i>Gomphonema</i> (Ag.) Ehr.					
<i>G. acuminatum</i> var. <i>coronatum</i> (Ehr.) W.Sm.	о	н	ал	б	1 / 0,1
<i>G. angustatum</i> Kütz.	о	н	ал	б	3 / 0,2
<i>G. augur</i> var. <i>gautierii</i> Van Heurck	о	н	н	а	1 / 0,2
<i>G. clavatum</i> Ehr.	о	н	н	к	1 / +
<i>G. exilissimum</i> (Grun.) L.-B. et Reich.	о	н	н	к	1 / 0,6
<i>G. gracile</i> Ehr.	д	н	н	а	1 / 0,2
<i>G. hebridense</i> Gregory	о	н	н	н	1 / +

продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6
<i>Gomphonema minutum</i> (Ag.) Agardh	о	н	н	н	1 / +
<i>G. parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	о	н	н	б	5 / 0,2
<i>G. productum</i> (Grun.) L.-B. et Reich.	о	н	ал	б	1 / +
<i>G. sphaerophorum</i> Ehr.	о	н	ал	б	1 / 0,2
<i>G. truncatum</i> Ehr.	о	н	ал	б	2 / 0,3
<b>Порядок Achnanthes Silva</b>					
<b>Семейство Achnantheaceae Kütz.</b>					
<b>Род Achnanthes Bory</b>					
<i>A. conspicua</i> Mayer	о	н	ал	б	1 / 0,2
<i>A. exigua</i> Grun.	о	н	ал	к	2 / 0,4
<i>A. hungarica</i> Grun.	о	н	ал	к	1 / 0,7
<i>A. laevis</i> Østrup	о	н	ал	к	1 / +
<i>A. oblongella</i> Østrup	о	н	н	н	1 / 0,1
<b>Род Planothidium Round et Bukht.</b>					
<i>P. lanceolatum</i> (Bréb.) Bukht. var. <i>lanceolatum</i>	д	н	ал	к	1 / 0,2
<i>P. lanceolatum</i> var. <i>elliptica</i> (Cl.) Bukht.	д	н	ал	а	3 / 0,4
<i>P. lanceolatum</i> var. <i>haynaldii</i> (Schaar.) Bukht.	д	н	н	к	1 / +
<i>P. rostratum</i> (Østrup) Round et Bukht.	д	н	ал	к	1 / 0,1
<b>Род Rossithidium Round et Bukht.</b>					
<i>R. linearis</i> (W. Sm.) Round et Bukht.	д	н	н	б	6 / 0,5
<i>R. peterseunii</i> (Hust.) Round et Bukht.	д	н	н	б	1 / +
<i>R. pusillum</i> (Grun.) Round et Bukht.	д	н	н	н	1 / 0,1
<b>Семейство Cocconeidae Kütz.</b>					
<b>Род Cocconeis Ehr.</b>					
<i>C. placentula</i> Ehr. var. <i>placentula</i>	о	н	ал	к	3 / 3,1
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Grun.	о	н	ал	к	1 / 0,1
<i>C. placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehr.) Van Heurck	о	н	ал	б	1 / 0,2
<b>Семейство Achnanthidiaceae Mann</b>					
<b>Род Achnanthidium Kütz.</b>					
<i>A. minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	д	н	н	к	3 / 0,4
<b>Род Psammothidium Bukht. et Round</b>					
<i>P. bioretii</i> (Germ.) Bukht. et Round	о	н	н	н	1 / +
<b>Род Eucocconeis Cl.</b>					
<i>E. lapponica</i> Hust.	о	н	ал	а	1 / +
<b>Порядок Naviculales Bessey</b>					
<b>Подпорядок Neidiineae Mann</b>					
<b>Семейство Cavinulaceae Mann</b>					
<b>Род Cavinula Mann et Stickle</b>					
<i>C. pseudoscutiformis</i> (Hust.) Mann et Stickle	д	н	ал	а	1 / 0,4
<b>Семейство Neidiaceae Mereschk.</b>					
<b>Род Neidium Pfitz.</b>					
<i>N. affine</i> (Ehr.) Pfitz.	д	н	ал	б	1 / 0,1
<i>N. ampliatum</i> (Ehr.) Krammer	д	гб	н	к	1 / 0,1
<i>N. dubium</i> var. <i>cuneatum</i> Fontell	д	н	ал	а	1 / +
<i>N. iridis</i> (Ehr.) Cl.	д	гб	н	к	1 / +
<i>N. oblongum</i> Tynni	д	н	н	н	1 / +
<b>Подпорядок Sellaphorineae Mann</b>					



продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6
Семейство Sellaphoraceae Mereschk.					
Род Sellaphora Mereschk.					
<i>S. americana</i> (Ehr.) Mann	д	и	ал	б	1/0,3
<i>S. bacilliformis</i> Grun.	д	гб	и	к	2/+
<i>S. bacillum</i> (Ehr.) Mann	д	и	ал	б	1/+
<i>S. bacillum</i> var. <i>gregoryana</i> (Grun.) Bukht.	д	и	ал	б	1/+
<i>S. pupula</i> (Kütz.) Mereschk.	д	гл	и	к	3/+
<i>S. rectangularis</i> (Greg.) Czarn.	д	гл	и	к	1/+
Семейство Pinnulariaceae Mann					
Род Pinnularia Ehr.					
<i>P. borealis</i> Ehr.	д	и	и	а	3/0,3
<i>P. braunii</i> (Grun.) Cl.	д	гб	и	а	1/0,2
<i>P. brevicostata</i> Cl.	д	и	ац	б	2/0,3
<i>P. gibba</i> Ehr. var. <i>gibba</i>	д	и	и	б	2/0,8
<i>P. gibba</i> var. <i>linearis</i> Hust.	д	и	и	б	2/0,2
<i>P. major</i> (Kütz.) Rabenh.	д	и	и	б	1/0,1
<i>P. mesolepta</i> (Ehr.) W. Sm.	д	и	ац	к	3/5
<i>P. microstauron</i> (Ehr.) Cl.	д	и	и	б	1/0,2
<i>P. microstauron</i> var. <i>ambigua</i> Meist.	д	и	и	б	1/+
<i>P. microstauron</i> var. <i>brebissonii</i> (Kütz.) Mayer	д	и	и	б	1/0,2
<i>P. nodosa</i> (Ehr.) W. Sm.	д	и	и	а	1/0,1
<i>P. polyonca</i> (Breb.) W. Sm.	д	и	ац	а	1/0,1
<i>P. subcapitata</i> Greg.	д	и	и	б	3/0,2
<i>P. viridis</i> (Nitzsch.) Ehr.	д	и	и	к	1/0,1
Род Caloneis Cl.					
<i>C. bacillum</i> (Grun.) Cl.	д	и	ал	б	1/+
<i>C. schumanniana</i> var. <i>biconstricta</i> (Grun.) Reich.	д	и	алб	к	1/+
<i>C. silicula</i> (Ehr.) Cl.	д	и	ал	б	1/+
<i>C. undulata</i> (Greg.) Krammer	д	и	ац	б	1/+
Подпорядок Diploneidaceae Mann					
Семейство Diploneidaceae Mann					
Род Diploneis Ehr.					
<i>D. elliptica</i> (Kütz.) Cl.	д	и	ал	к	1/0,1
Подпорядок Naviculineae Hend.					
Семейство Naviculaceae Kütz.					
Род Navicula Bory					
<i>N. cari</i> Ehr.	д	гл	ал	к	1/+
<i>N. cryptocephala</i> Kütz.	д	и	ал	к	5/1,8
<i>N. capitatoradiata</i> Germ.	д	и	ал	к	1/1,1
<i>N. cryptotenella</i> L.-B.	д	и	ал	к	1/+
<i>N. gothlandica</i> Grun.	д	и	и	и	1/+
<i>N. heimansioides</i> L.-B.	д	и	и	и	2/8,4
<i>N. kriegerii</i> Krasske	д	и	и	и	1/+
<i>N. longicephala</i> var. <i>viloplanii</i> L.-B.	д	и	и	и	1/0,2
<i>N. radiosa</i> Kütz.	д	и	и	б	2/1,6
Род Hippodonta L.-B., Metz. et Witk.					
<i>H. capitata</i> (Ehr.) L.-B., Metz. et Witk.	д	гл	ал	б	1/+
<i>H. costulata</i> (Grun.) L.-B., Metz. et Witk.	д	гл	ал	к	1/0,2
Род Geissleria L.-B. et Metz.					

окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
<i>Geissleria schoenfeldii</i> (Hust.) L.-B. et Metz.	д	и	ал	б	1/0,3
Род <i>Mayamaea</i> L.-B.					
<i>M. atomus</i> (Kütz.) L.-B.	д	и	н	к	1/+
Род <i>Gyrosigma</i> Hassal					
<i>G. acuminatum</i> Rabenh.	д	и	алб	б	1/+
Семейство <i>Stauroneidaceae</i> Mann					
Род <i>Stauroneis</i> Ehr.					
<i>S. acuta</i> W. Sm.	д	и	ал	б	1/0,8
<i>S. anceps</i> Ehr.	д	и	н	б	1/0,6
<i>S. anceps</i> var. <i>gracilis</i> (Ehr.) Brun	д	и	ал	н	2/5,4
<i>S. legumen</i> (Ehr.) Kütz.	д	и	н	а	1/+
<i>S. phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehr.	д	и	н	б	4/0,4
<i>S. pygmaea</i> Krieger	д	гб	н	к	1/0,3
Род <i>Craticula</i> Grun.					
<i>C. cuspidata</i> (Kütz.) Mann	д	и	ал	к	2/0,2
Порядок <i>Thalassiophytales</i> Mann					
Семейство <i>Catenulaceae</i> Mer.					
Род <i>Amphora</i> Ehr.					
<i>A. copulata</i> (Kütz.) Schoeman et Archibald	д	и	ал	к	2/0,6
<i>A. ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	д	и	ал	к	1/0,4
<i>A. pediculus</i> (Kütz.) Grun.	д	и	ал	к	2/0,5
Порядок <i>Bacillariales</i> Hend.					
Семейство <i>Bacillariaceae</i> Ehr.					
Род <i>Hantzschia</i> Grun.					
<i>H. amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	д	и	н	к	4/0,2
<i>H. elongata</i> (Hantzsch) Grun.	д	и	ал	б	1/+
Род <i>Nitzschia</i> Hassal					
<i>N. acicularis</i> (Kütz.) W. Sm.	п	и	ал	б	2/1,4
<i>N. acidoclinata</i> L.-B.	д	и	н	к	4/0,6
<i>N. amphibia</i> Grun.	д	и	ал	б	2/0,3
<i>N. fonticola</i> Grun.	д	и	ал	б	1/0,2
<i>N. gracilis</i> Hantzsch	д	и	н	б	3/0,3
<i>N. palea</i> (Kütz.) W. Sm. var. <i>palea</i>	д	и	н	к	1/+
<i>N. palea</i> var. <i>debilis</i> (Kütz.) Grun.	д	и	н	б	1/+
<i>N. paleacea</i> (Grun.) Hust.	д	и	алб	к	4/0,2
<i>N. perminuta</i> (Grun.) Perag.	д	и	н	н	1/+
<i>N. sigmoideae</i> (Nitzsch) W. Sm.	д	и	ал	б	1/0,2
<i>N. sublinearis</i> Hust.	д	и	и?	б	2/0,1
<i>N. subtilis</i> (Kütz.) Grun.	д	и	ал	б	1/0,3
Порядок <i>Rhopalodiales</i> Mann					
Семейство <i>Rhopalodiaceae</i> (Karst.) Top. et Oks.					
Род <i>Rhopalodia</i> O. Müll.					
<i>R. gibba</i> (Ehr.) O. Müll.	д	и	алб	б	2/0,8
Род <i>Epithemia</i> Bréb.					
<i>E. adnata</i> (Kütz.) Bréb.	д	и	алб	к	1/0,7
<i>E. sorex</i> Kütz.	д	гл	алб	б	1/+
<i>E. turgida</i> (Ehr.) Kütz.	о	гл	алб	б	1/2
Порядок <i>Surirellales</i> Mann					
Семейство <i>Surirellaceae</i> Kütz.					
Род <i>Surirella</i> Turp.					
<i>S. angusta</i> Kütz.	д	и	алб	н	2/+

Примечания: п – планктонный вид, д – донный, о – обростатель; и – индифферент, гб – галофоб, гл – галофил, мез – мезогалоб, н – вид неясной экологической принадлежности; ал – алкалофил, алб – алкалибионт, ал – ацидофил, к – космополит, б – бореальный, а – арктоальпийский вид. Обилие таксонов показано их максимальным процентным содержанием в пробе каждого озера; знаком “+” отмечена встречаемость таксонов единичными экземплярами.

По отношению к концентрации солей в воде изученная диатомовая флора является пресноводной. Среди олигогалобов во всех озерах преобладают индифференты (116 видов и 28 внутривидовых таксонов, или 79 %), предпочитающие водоемы с минерализацией 0,2-0,3‰. Количество галофобов, обитателей пресных вод с максимальным содержанием солей до 0,2 ‰, не превышает 6 % (11 видов). Среди них в классе *Fragilariophyceae* встречаются *Tabellaria fenestrata* и *T. flocculosa*, в классе *Bacillariophyceae* определены *Eunotia faba*, *E. minor*, *E. tenella*, *Cymbella gracilis*, *Pinnularia braunii* и др. Галофилы, живущие обычно в пресной воде, но наибольшего развития достигающие при солёности 0,4-0,5 ‰, составляют 5,5 % (10 видов). Это *Cyclotella atomus*, *C. meneghiniana*, *Sellaphora pupula*, *Epithemia sorex*, *E. turgida* и некоторые другие виды. Среди мезогалобов (солонатоводных) единичными экземплярами представлены лишь 3 вида (1,5 %): *Ctenophora pulchella*, *Tabularia tabulata* и *Encyonema caespitosum*. Кроме того, 14 видов и 1 внутривидовой таксон (8 %) отнесены к группе диатомей с невыясненной галобностью.

По отношению к активной реакции воды в составе диатомовой флоры изученных озер доминируют алкалофилы (60 видов и 12 внутривидовых таксонов, или 39 %). Среди них в классе *Coscinodiscophyceae* наиболее разнообразны и обильны виды из рода *Aulacoseira*. В классе *Fragilariophyceae* к ним принадлежат диатомеи из родов *Fragilaria*, *Asterionella*, *Staurosirella*, *Staurosira*, *Pseudostaurosira* и *Synedra*. В классе *Bacillariophyceae* характерны представители родов *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Navicula*, *Amphora*, *Nitzschia* и др. Индифферентны по отношению к pH среды 29 % общего числа встреченных диатомовых водорослей (38 видов и 14 внутривидовых таксонов). Это виды из родов *Placoneis*, *Cymbella*, *Encyonema*, *Gomphonema*, *Pinnularia*, *Stauroneis* и др. Заметное участие в составе флоры принимают ацидофилы (23 вида и 2 внутривидовых таксона, или 14 %), представленные преимущественно видами *Tabellaria*, *Eunotia* и некоторыми *Pinnularia*. К группе алкалобионтов (14 видов и 1 внутривидовой таксон, или 8 %) относятся виды *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos dubius*, *Gyrosigma acuminatum*, *Rhopalodia gibba*, *Epithemia adnata*, *E. sorex*, *E. turgida*. Виды с неясной ацидофильностью составляют 10 % (19 видов).

Диатомовые водоросли изученных малых озер принадлежат к трем биогеографическим группам. В составе диатомовой флоры преобладают космополиты (63 вида и 12 внутривидовых таксонов, или 41 %) из родов *Stephanodiscus*, *Aulacoseira*, *Staurosira*, *Synedra*, *Cocconeis*, *Navicula*, *Amphora* и других. Несколько уступают им бореальные диатомеи (52 вида и 9 внутривидовых таксонов, или 34 %) из родов *Cymbella*, *Gomphonema*, *Pinnularia* и *Nitzschia*. Группа аркто-альпийских диатомей (27 видов и 6 внутривидовых таксонов, или 17 %) представлена некоторыми холодноводными видами *Aulacoseira*, *Eunotia*, *Encyonema*, *Cavinula pseudoscutiformis* и др. Для 12 видов и 2 внутривидовых таксонов (8 % общего количества найденных диатомовых водорослей) принадлежность к той или иной биогеографической группе не установлена.

#### **Комплексы диатомей в поверхностном слое донных осадков разнотипных озер**

Исследованные озерные водоемы юго-восточной Беларуси, как было показано выше, различаются по морфометрическим, гидрохимическим

показателям и уровню трофии, которые отразились на формировании в каждом из них определенного состава диатомовых водорослей.

В поверхностном слое осадков озера Тюменское обнаружено 60 видов и 12 внутривидовых таксонов диатомей. Состав планктонных диатомовых водорослей, донных и обрастателей по числу видов отличается незначительно и составляет, соответственно, 30, 34 и 36 %. Однако по численности явно преобладают представители планктона (до 73 %). В зависимости от концентрации солей в воде господствуют олигогалобы-индифференты (92 %). По отношению к рН среды доминируют алкалифилы (45 %); процентное содержание индифферентных видов не превышает 30 %; характерно значительное участие ацидофилов (до 23 %). Из биогеографических групп ведущей по численности является аркто-альпийская (53 %) при участии космополитов до 36 %. Характерный комплекс диатомей представлен холодноводными планктонными видами *Aulacoseira islandica* (18,4 %), *A. alpigena* (13,4 %), *A. valida* (9,1 %), *Synedra famelica* (3,5 %), *Fragilaria nanana* (2,5 %), предпочитающими воды олиготрофных и дистрофных озер. Среди обитателей перифитона заметную роль в диатомовой флоре играет ацидофильный вид *Tabellaria flocculosa* (4,6 %). Ему сопутствуют некоторые виды *Eunotia* (*E. faba*, *E. microcephala*, *E. serra*, *E. sudetica*, *E. veneris*) и *Pinnularia* (*P. braunii*, *P. nodosa*, *P. polyonca* и др.), распространенные обычно в олиго- и дистрофных водоемах. Приведенные особенности диатомовой флоры (относительно высокое содержание в ней аркто-альпийских видов, ацидофилов и присутствие галофобов) свидетельствуют о мезотрофном режиме озера Тюменское, обладающего явными признаками дистрофии, на что указывают также низкая минерализация водоема, пониженные показатели рН в течение года и высокое среднее содержание органического вещества в донных осадках (83,57 % на абсолютно сухое вещество).

Диатомовый комплекс, выявленный в поверхностном слое осадков озера Святое-3, включает 36 видов и 4 внутривидовых таксона. В его составе доминируют донные диатомеи (20 видов и 2 разновидности, или 53 %), но приоритет по численности принадлежит планктонным видам (до 54 %). По галобности доминантами являются индифференты (57 %) и галофилы (39 %), по отношению к рН воды – алкалифилы (94 %), по географическому распространению – космополиты (52 %) и бореальные виды (43 %). Характерный комплекс диатомей рассматриваемого водоема образуют как планктонные умеренно-тепловодные виды *Fragilaria crotonensis* (39 %) и *Aulacoseira ambigua* (13 %), достигающие массового развития в эвтрофных водах, так и литоральные обрастатели различных субстратов *Staurosira construens* var. *construens* (13 %), *S. construens* var. *venter* (19,5 %) и *Pseudostaurosira brevistriata* (2,6 %). Все указанные выше представители диатомовой флоры относятся к алкалифилам и имеют широкое географическое распространение. Кроме того, *Fragilaria crotonensis* является одним из наиболее конкурентноспособных видов диатомей в потреблении такого важного биогенного элемента, как фосфор (Tilman, 1977; Sommer, 1985). Отмеченные особенности состава диатомовой флоры вполне соответствуют эвтрофному типу водоема.

В поверхностном слое осадков озера Святское встречено 45 видов и 5 внутривидовых таксонов диатомей. В составе выявленного диатомового комплекса по числу видов преобладают донные диатомеи (51 %), в то время как

планктонные и обростатели присутствуют почти в равных количествах, составляя, соответственно, 25 и 24 %. По численности ведущее положение в комплексе занимают планктонные виды (до 94 %), в зависимости от концентрации солей в воде – олигогалофилы-индифференты (98 %), по отношению к активной реакции среды – алкалофилы (92 %); из биогеографических групп преобладает арктоальпийская (61 %) при относительно высоком содержании космополитов (до 37 %). В составе диатомового комплекса наиболее обилён планктонный арктоальпийский вид *Aulacoseira subarctica* (59 %). Из других представителей планктона характерны космополиты *Asterionella formosa* (24,6 %) и *Cyclotella stelligera* (3,8 %). Последние являются показателями эвтрофирования водоема. Совместное присутствие в диатомовом комплексе холодноводных и умеренно-тепловодных видов отражает скорее всего мезо-эвтрофный режим озера.

Диатомовый комплекс, обнаруженный в поверхностном слое осадков озера Колпино, содержит 46 видов и 5 внутривидовых таксонов. В отличие от водоемов, охарактеризованных выше, здесь по числу видов (55 %) и их обилию (73 %) доминируют диатомеи обростаний. Численность донных видов составляет 26 %, а планктонные не превышают 1 %. Согласно классификации галобов, преобладающей группой являются индифференты (67 %). По отношению к pH воды приоритет имеют алкалофилы (до 50 %). Содержание ацидофилов достигает 33 %. По географическому распространению превосходство принадлежит космополитам (50 %) при участии аркто-альпийских видов (до 24 %) и бореальных (до 12 %). К типичным представителям диатомового комплекса относятся прежде всего алкалофилы-обростатели *Staurosira construens* var. *venter* (36 % общей численности диатомей) и *Staurosirella pinnata* (3,8 %), алкалобионт-обростатель *Symbella microcephala* (2,4 %), а также ацидофил-обростатель *Tabellaria flocculosa* (18,8 %), донные ацидофильные виды *Pinnularia mesolepta* (5 %) и *Stauroneis anceps* var. *gracilis* (5,4 %) и донный вид с невыясненной экологией по галобности и ацидофильности *Navicula heimansioides*, достигающий 8,4 %. Из всех упомянутых выше диатомовых водорослей наиболее толерантным во всех отношениях является *Staurosira construens* var. *venter*, способный выдерживать довольно высокие концентрации в водной среде  $Cl^-$ ,  $K^+$  и особенно  $P_{общ}$ , которые поступают в озеро преимущественно за счет поверхностного стока калийных и других удобрений с окружающих его земель сельскохозяйственного использования. Массовое развитие *Staurosira construens* с разновидностями при гиперэвтрофировании водоемов отмечается многими специалистами. Комплексные исследования озера Колпино подтверждают его принадлежность к гиперэвтрофному типу.

Диатомовый комплекс, выявленный в поверхностном слое осадков озера Святое-7, характеризуется бедностью видового состава (содержит 27 видов и 3 внутривидовых таксона) и низкой численностью большинства его представителей. Распределение диатомей по различным экологическим группам показало, что доминантами по местообитанию являются планктонные виды (63 %), по галобности – индифференты (78 %) и галофилы (18 %), по ацидофильности – алкалофилы (33 %) и алкалобионты (31%). Из биогеографических групп ведущей по численности является группа космополитов (75 %). Для этого водоема характерны мелкие быстрорастущие планктонные виды *Stephanodiscus hantzschii* и *Cyclotella atomus*, широко распространенные в озерах, подверженных

интенсивному антропогенному эвтрофированию. Среди донных диатомовых водорослей и обрастателей встречены *Planothidium lanceolatum*, *Cocconeis placentula*, *Navicula cryptocephala*, *Stauroneis phoenicenteron*, *Hantzschia amphioxys*, *Nitzschia paleacea* и др. Приведенные данные позволяют отнести этот водоем к эвтрофному типу.

В поверхностном слое осадков озера Персток обнаружено 60 видов и 16 внутривидовых таксонов диатомей. В составе диатомового комплекса по числу видов доминируют обрастатели (26 видов и 8 внутривидовых таксонов, или 43 %). Донные диатомы представлены 20 видами и 4 внутривидовыми таксонами (33 %), планктонные – 14 видами и 4 внутривидовыми таксонами (24 %). Однако по численности явное превосходство (84 %) имеют представители планктона. То же самое касается количественного содержания видов, индифферентных к концентрации солей в воде (94 %), а также алкалофильных (до 70 %) и алкалобионтных (20 %) диатомей. По географическому распространению приоритет принадлежит космополитам (87 %). В составе выявленного комплекса преобладают планктонные умеренно-тепловодные виды, предпочитающие щелочную реакцию среды: *Aulacoseira italica* (36,8 %), *A. ambigua* (10 %), *A. granulata* (7 %), *Stephanodiscus parvus* (12,9 %), *Cyclostephanos dubius* (3,2 %), *Cyclotella meneghiniana* (2,2 %), *Fragilaria capucina* (2,4 %). Все эти виды более или менее обильно развиваются при обогащении вод соединениями биогенных элементов. Поэтому они являются индикаторами эвтрофирования озер. Среди донных видов и обрастателей в водоеме Персток наиболее характерны *Stauroneis construens*, *Cocconeis placentula*, *Rhopalodia gibba*, некоторые *Navicula*, *Nitzschia*, *Epithemia*. Отмеченные особенности доминантных диатомовых водорослей соответствуют эвтрофному типу озера.

Таким образом, таксономический состав субфоссильной диатомовой флоры, выявленный в каждом из изученных малых непроточных водоемов юго-восточной Беларуси, и ее эколого-географический анализ показали, что минимальное антропогенное воздействие из всех исследованных озер испытывает мезотрофное, с признаками дистрофии, озеро Тюменское, а наибольший антропогенный пресс – гиперэвтрофное озеро Колпино.

G.K. Khursevich<sup>1</sup>, A.V. Kudelsky<sup>1</sup>, S.A. Fedenya<sup>1</sup>, J. Marphy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geological Sciences, National Academy of Sciences of Belarus,  
7 Kuprevich St., Minsk, 220141 Republic of Belarus

<sup>2</sup>Centre for Ecology and Hydrology, Winfrith Technology Centre, Dorchester,  
Dorset DT2 8ZD, UK

#### BACILLARIOPHYTA FROM THE SURFACE LAYER OF BOTTOM SEDIMENTS FROM SMALL UNDRAINED LAKES OF THE SOUTH-EASTERN BELARUS

*Bacillariophyta* from the surface bottom sediments of six small undrained lakes of the south-eastern Belarus (Tumenskoye, Svyatoye-3, Svyatskoye, Kolpino, Svyatoye-7 and Perstok), contaminated in that or another degree with human impact and Chernobyl-born radionuclides, has been studied for the first time. In the composition of *Bacillariophyta* have been found 154 species and 29 intraspecific taxa. Studied lakes differing

in morphometrical, hydrochemical indexes and the trophic status are characterized by the specific composition of diatoms.

**Keywords:** diatom algae, systematic composition, ecologic characteristics, small lakes, Belarus.

Давыдова Н.Н. Диатомовые водоросли – индикаторы экологических условий в голоцене. – Л.: Наука, 1985. – 243 с.

Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т. 1. – Л.: Наука, 1974. – 403 с.

Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т. II, вып. 2. – СПб: Наука, 1992. – 125 с.

Кудельский А.В., Хурсевич Г.К., Феденя С.А., Самодуров В.П. Гидрохимические особенности и диатомовые сообщества малых непроточных озер юго-восточной Беларуси, подверженных загрязнению радионуклидами от Чернобыльской АЭС // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Программа и тез. докл. 2-й Междунар. науч. конф. по озерным экосистемам, 22-26 сентября, 2003 г., Минск-Нарочь. – Минск: БГУ, 2003. – С. 290-292.

Порк М.И. Об экологии диатомовых водорослей в озерах Эстонии // Уч. зап. Тартуск. ун-та. – 1970. – С. 338-352.

Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли – показатели солености воды // Диатомовый сб. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1953. – С. 186-205.

Трифоновна И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. – Л.: Наука, 1990. – 184 с.

Bukhtiyarova L. Diatoms of Ukraine Inland waters. – Kyiv, 1999. – 133 p.

Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae // Süßwasserflora von Mitteleuropa. – Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verlag, 1986. – Band 2/1. – 876 p., 1988. – Band 2/3. – 536 p., 1991a. – Band 2/3. – 576 p., 1991b. – Band 2/4. – 437 p.

Lange-Bertalot H. Navicula sensu stricto. 10 genera separated from Navicula sensu lato. Frustulia / Diatoms of Europe, Vol. 2. – A.R.G. Gantner Verlag K.G., 2001. – 526 p.

Lange-Bertalot H., Metzeltin D. Oligotrophie-Indicatoren 800 taxa repräsentativ rei diverse Seen-Typen / Iconographia Diatomologica, Vol. 2. – Königstein: Koeltz Scientific Book, 1996. – 390 S.

Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. The diatoms. Biology and morphology of genera. – Cambridge: Cambridge Univ., 1990. – 747 p.

Smith J.T., Kudelsky A.V., Ryabov L.N., Hadderingh R.H., Bulgakov A.A. Application of potassium chloride to a Chernobyl-contaminated lake: modelling the dynamics of radiocaesium in an aquatic ecosystem and decontamination of fish // Sci. Total Environ. – 2003. – 305. – P. 217-227.

Sommer U. Comparison between steady state and non-steady state competition: Experiments with natural phytoplankton // Limnol., Oceanogr. – 1985. – 30, № 2. – P. 335-346.

Tilman D. Resource competition between planktonic algae: an experimental and theoretical approach // Ecology. – 1977. – 58. – P. 338-348.

Van Dam H., Mertens A., Stinkeldam J.A. coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands // Netherlands J. Aquat. Ecol. – 1994. – 28. – P. 117-133.

Vollenweider R.A., Kerekes I. The loading concept as basis for controlling eutrophication philosophy and preliminary results of the OECD programme on eutrophication // Progr. Wat. Technol. – 1980. – 12, № 2. – P. 5-38.

Получена 23.10.03

Подписала в печать А.П. Ольштынская