

УДК 582.26:574.65(285)

С. И. Генкал¹, Л. П. Ярмошенко²

**ЦЕНТРИЧЕСКИЕ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ
(BACILLARIOPHYTA) ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ
ХМЕЛЬНИЦКОЙ АЭС (УКРАИНА)***

Центрические диатомовые водоросли из водоема-охладителя Хмельницкой АЭС исследованы методом сканирующей электронной микроскопии. Выявлено 19 видов и 20 внутривидовых таксонов (ввт). Впервые в водоеме найдено четыре новых рода (*Conticribra*, *Cyclostephanos* Round, *Discostella*, *Thalassiosira* Cleve) и 13 ввт. Новыми для флоры Украины оказались *Aulacoseira tenella* (Nygaard) Simonsen и *Cyclotella marina* (Tanimura, Nagumo et Kato) Aké-Castillo, Okolodk. et Ector. Для каждого таксона приведены иллюстрации, краткое морфологическое описание и распространение в Украине.

Ключевые слова: *Bacillariophyta*, *Centrophyceae*, электронная микроскопия, водоем-охладитель АЭС.

Водоемы-охладители (ВО) представляют собой уникальный экологический объект для фундаментальных гидробиологических исследований благодаря существованию хорошо выраженных градиентов различных факторов, что позволяет исследовать многие общегидробиологические закономерности.

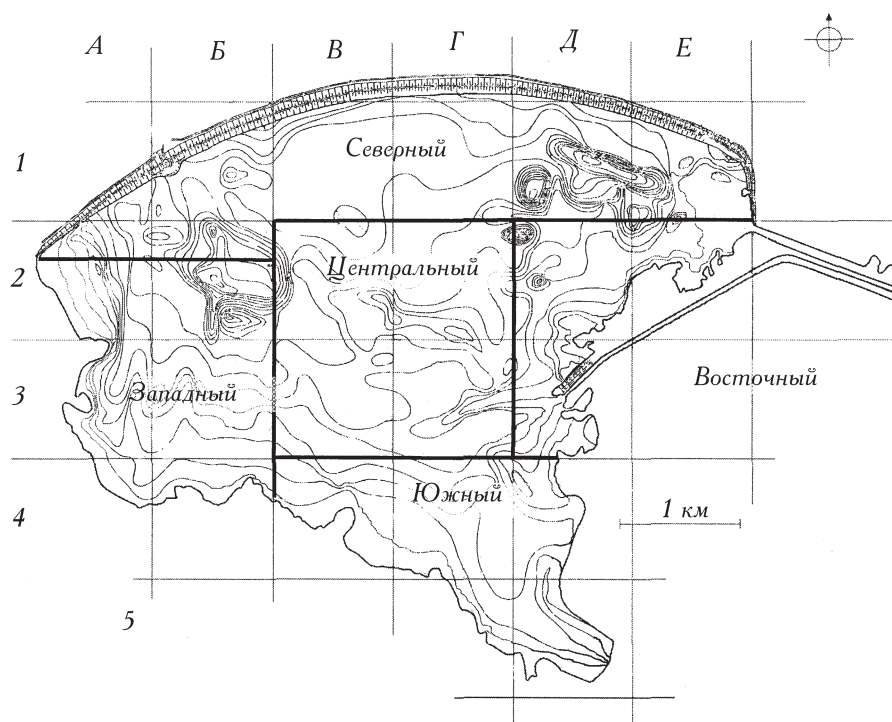
Комплексные гидробиологические работы на водоеме-охладителе Хмельницкой АЭС были начаты в 1998 г. и продолжены в условиях работы одного (до 2004 г.) и двух энергоблоков [11].

За весь период изучения было обнаружено 13 видов центрических диатомовых водорослей из 6 родов: *Cyclotella comta* (Ehrenb.) Kütz., *C. meneghiniana* Kütz., *C. ocellata* Pant., *C. planctonica* Brun., *Cyclotella* sp., *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg., *S. hantzschii* Grunow, *Skeletonema subsalsum* (A.Cl.) Bethge, *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Sim., *Aulacoseira distans* (Ehrenb.) Sim., *A. granulata* (Ehrenb.) Sim., *Melosira varians* Agardh (по данным световой микроскопии) [11] и *Pleurosira laevis* (Ehrenb.) Compere emend. Genkal et Yarmosch (по данным электронной микроскопии) [7].

В фитопланктоне и в перифитоне встречались мелкоклеточные виды центрических диатомовых водорослей, которые в последнее время стали иг-

* Работа выполнена при частичной поддержке Государственного фонда фундаментальных исследований Украины (проект Ф41.4/028).

© С. И. Генкал, Л. П. Ярмошенко, 2012



1. Схема водоема-охладителя Хмельницкой АЭС [11].

рать ведущую роль и для определения которых необходимо применение сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

Цель исследования — уточнить видовой состав центрических диатомовых водорослей водоема-охладителя Хмельницкой АЭС.

Материал и методика исследований. Материалом послужили пробы фитопланктона, собранные в сентябре 2010 г., и перифитона, собранные в апреле, июне и октябре 2007 г. в водоеме-охладителе Хмельницкой АЭС.

Водоем образован в 1991 г. путем создания плотины на р. Гнилой Рог с подкачкой воды из р. Горынь. Его площадь составляет 20 км², объем — 120 млн. м³ (рис. 1).

В период паводков избыточные воды сбрасываются через паводковый водослив в р. Вилию [11]. Термический режим определяется сбросом подогретых вод и зависит от сезона и участка водоема. Максимальные средние значения температуры в настоящий период возросли до 25,0°С.

От органической части клетки водорослей освобождали методом холодного сжигания [1]. Препараты исследовали с помощью СЭМ JSM-25S и JSM-6060 LV.

Результаты исследований и их обсуждение

За период исследований водоема-охладителя (1998—1999, 2001 и 2005—2010 гг.) показатели развития фитопланктона сильно варьировали как в сезонном, так и в межгодовом аспекте. Так, летом в 1998 и 1999 гг. фитопланктон характеризовался достаточно большим видовым богатством и количественными показателями, которые достигали уровня «цветения» воды [10]. В состав доминирующего комплекса, наряду с *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend Elenkin, *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Ceratium hirundinella* (O. Müll.) Bergh., *Coelastrum sphaericum* Nägeli, входил *Stephanodiscus hantzschii* Grunow. В 1998 г. он создавал основную часть биомассы в отводящем канале — наиболее теплом участке водоема. В 1999 г. *S. hantzschii* входил в состав доминантов только в одном из районов водоема — южном, куда впадает р. Гнилой Рог. В 2001 г. соотношение показателей биомассы на уровне высших таксонов было таким же, как и в 1998 г. [11], однако среднее значение по водоему было вдвое ниже. В доминирующем комплексе *S. hantzschii* был замещен *Cyclotella comta* (Ehrenb.) Kütz. Летом 2005 г. в фитопланктоне доминировали синезеленые и зеленые водоросли. В дальнейшем (2006—2010 гг.) значение диатомовых в структуре фитопланктона увеличилось. Их доля в общей биомассе на отдельных станциях водоема колебалась от 35,7 до 79,6%, а в апреле 2007 г. — достигала 98,8% (при этом их доля в численности составляла 91,4%). Наибольшими количественными показателями отличалась *Melosira varians* Agardh., содоминантами были *Aulacoseira granulata* (Ehrenb.) Sim. и *A. ambigua* (Grunow) Sim.

Сапробиологическая характеристика по методу Пантле — Букк, проведенная по водорослям фитопланктона, была малоинформативной. Чувствительным индикатором экологического состояния водной экосистемы оказалось изменение видового состава диатомовых водорослей, входящих в доминирующий комплекс фитопланктона, и его количественные характеристики, то есть изменение структуры сообщества [13].

Анализ гидрохимических данных указывает на процессы евтрофирования в водоеме (табл. 1), хотя количественное развитие фитопланктона за последние годы не отражает этого процесса. Вероятно, поступающие в водоем биогенные вещества распределяются таким образом, что их большая часть попадает в контурную подсистему.

По данным электронно-микроскопического (СЭМ) исследования материалов было выявлено 19 видов и 20 внутривидовых таксонов центрических диатомовых водорослей. Их краткие диагнозы, оригинальные иллюстрации и комментарии приводятся ниже (звездочкой отмечены новые для водоема виды).

Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen (рис. 2, 1—3). Створки диаметром 7,3—17,0 мкм, высотой 9,2—11,0 мкм, число рядов ареол 10—12 в 10 мкм, ареол в 10 мкм ряда 14—16. Пресноводный вид. Распространение в Украине: широко распространен.

1. Гидрохимические характеристики водоема-охладителя ХАЭС в 2010 г.

Показатели	min	max	Среднее значение
Кислород, мг O ₂ /л	7,90	13,20	10,15
Аммоний, мг N/дм ³	0,09	0,46	0,19
Нитриты, мг N/дм ³	0,003	0,016	0,007
Нитраты, мг N/дм ³	0,03	0,63	0,29
Фосфор, мг P/дм ³	0,05	0,39	0,15
Взвешенные вещества, мг/дм ³	5,00	36,50	8,25
Перманганатная окисляемость, мг O/дм ³	5,52	16,50	9,15
БПК ₅ , мг O/дм ³	3,00	8,60	4,22
Минерализация, мг/дм ³	459,5	490,6	480,0

П р и м е ч а н и е. Данные предоставлены отделом охраны окружающей среды ХАЭС.

Aulacoseira granulata (Ehrenb.) Simonsen (рис. 2, 4—6). Створки диаметром 6,0—8,9 мкм, высотой 10,0—15,5 мкм, рядов ареол 9—13 в 10 мкм, ареол в 10 мкм ряда 8—10. Пресноводный вид. Распространение в Украине: широко распространен.

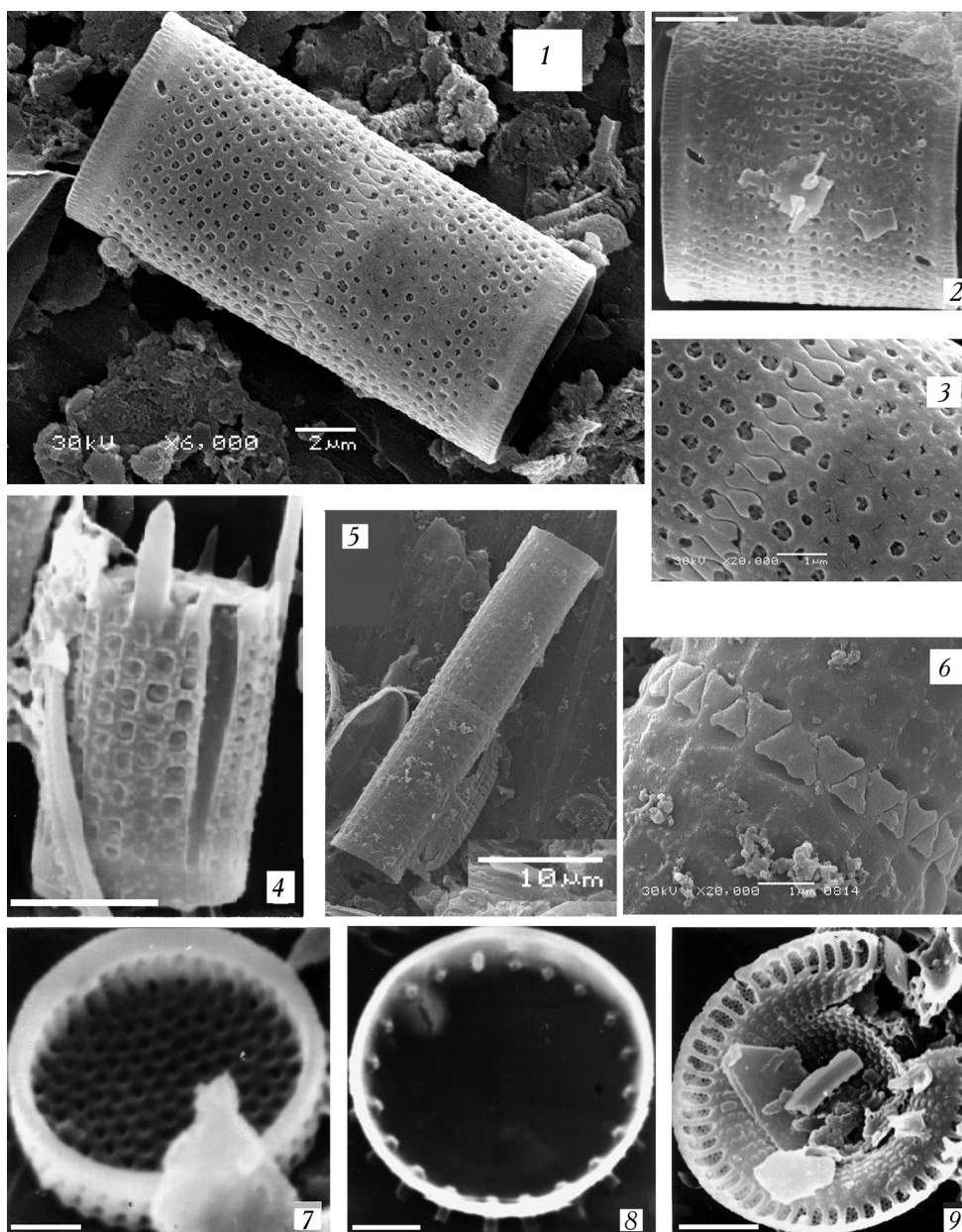
**Aulacoseira tenella* (Nygaard) Simonsen (рис. 2, 7). Створки диаметром 9 мкм, высотой 1,6 мкм, на загибе створки 2 ряда ареол. Ацидофил [17, 20, 22]. Для водоемов Украины приводится впервые [15, 16].

**Conticribra guillardii* (Hasle) K. Stachura-Suchoples et D. M. Williams (Syn.: *Thalassiosira guillardii* Hasle) (рис. 2, 8). Створки диаметром 8,6 мкм, краевых выростов 10 в 10 мкм. Распространение в Украине как *Thalassiosira guillardii* Hasle: Каневское водохранилище, Киев [9, 12], Киевское водохранилище [6], р. Дунай [4].

**Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round (рис. 2, 9). Створки диаметром 11,3—18,5 мкм, штрихов 9—10 в 10 мкм. Распространение в Украине: широко распространен.

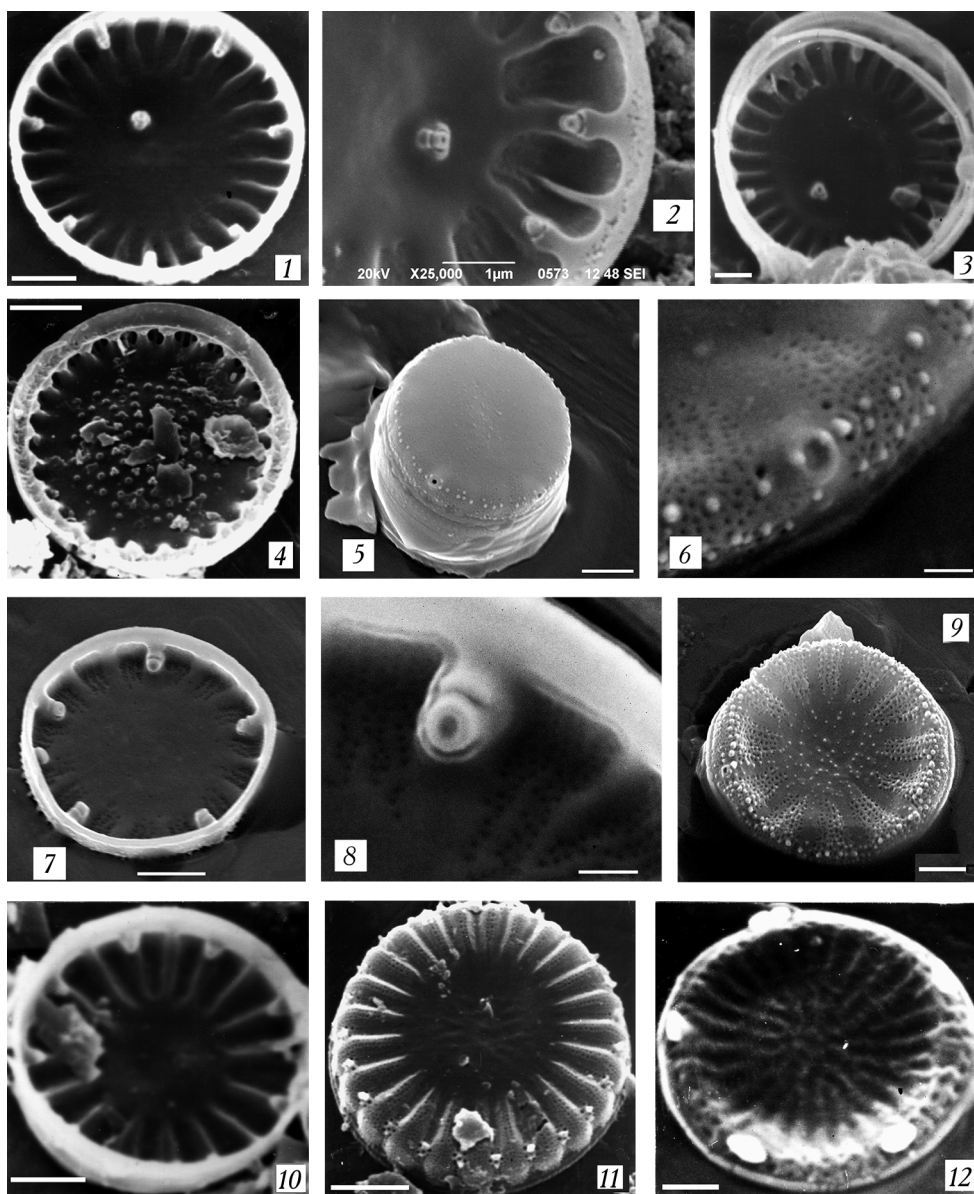
**Cyclotella atomus* Hust. var. *atomus* (рис. 3, 1). Створки диаметром 8,2—9,0 мкм, штрихов 10 в 10 мкм. Пресноводный, солоноватоводный вид. Распространение в Украине: Каневское водохранилище, Киев [9], Киевское водохранилище [6], р. Дунай [4], Хаджибейский лиман [8], Азовское море [5].

**Cyclotella atomus* var. *gracilis* Genkal et Kiss (рис. 3, 3). Створки диаметром 8,2—8,5 мкм, штрихов 12 в 10 мкм. Распространение в Украине: Каневское водохранилище, Киев [9].



2. Электронные микрофотографии створок: 1—3 — *Aulacoseira ambigua*; 4—6 — *A. granulata*; 7 — *A. tenella*; 8 — *Conticribra guillardii*; 9 — *Cyclostephanos dubius*. 1—6 — створки с наружной поверхности; 7—9 — створки с внутренней поверхности. Масштаб: 5 — 10 мкм; 2, 4, 9 — 5 мкм; 1, 6, 8 — 2 мкм; 3, 6 — 1 мкм (СЭМ).

Cyclotella comta (Ehrenb.) Kütz. (рис. 3, 4). Створки диаметром 20,7 мкм, штрихов 12 в 10 мкм. Пресноводный вид. Распространение в Украине: широко распространен.



3. Электронные микрофотографии створок: 1—2 — *Cyclotella atomus* var. *atomus* 3 — *Cyclotella atomus* var. *gracilis*; 4 — *C. comta*; 5—8 — *C. marina*; 9—10 — *C. meduanae*; 11 — *C. meneghiniana*; 12 — *Discostella pseudostelligera*; 1—4, 7, 8, 10 — створки с внутренней поверхности; 5, 6, 9, 11, 12 — створки с наружной поверхности; 6 — краевой вырост, штрихи и загиб створки с наружной поверхности; 8 — краевой вырост с внутренней поверхности. Масштаб: 6, 8 — 0,2 мкм; 2, 3, 5, 7, 9, 12 — 1 мкм; 1, 10 — 2 мкм; 4, 11 — 5 мкм (СЭМ).

**Cyclotella marina* (Tanimura, Nagumo et Kato) Aké-Castillo, Okolodk. et Ector (= *C. atomus* var. *marina* Tanimura, Nagumo et Kato) (рис. 3, 5—8). Створки диаметром 3,2—5,2 мкм, штрихов 15—20 в 10 мкм. Вид обитает преимущественно в морской воде [14]. Для водоемов Украины приводится впервые [15, 16].

**Cyclotella meduanae* Germain (рис. 3, 9—10). Створки диаметром 5,5—8,2 мкм, штрихов 8—10 в 10 мкм. Пресноводный, солоноватоводный вид. Распространение в Украине: Каневское водохранилище, Киев [9, 12]; р. Дунай [4].

Cyclotella meneghiniana Kütz. (рис. 3, 11). Створки диаметром 8,6—34,3 мкм, штрихов 5—6 в 10 мкм. Эврибионтный вид. Распространение в Украине: широко распространен.

**Discostella pseudostelligera* (Hust.) Houk et Klee (рис. 3, 12). Створки диаметром 3,0—9,5 мкм, штрихов 20—40 в 10 мкм. Пресноводный и солоноватоводный вид. Распространение в Украине: широко распространен.

Melosira varians Agardh (рис. 4, 1, 2). Створки диаметром 13,3—38,5 мкм, высотой 11—20 мкм. Пресноводный вид, широко распространен.

Pleurosira laevis (Ehrenb.) Compere emend. Genkal et Yarmosch. подробно описана в специальной работе [7]. Пресноводный и солоноватоводный вид. В морях предпочитает прибрежные солоноватые воды морских заливов.

Stephanodiscus hantzschii Grunow (рис. 4, 3, 4). Створки диаметром 11,4—16,4 мкм, штрихов 8—10 в 10 мкм. Пресноводный вид. Распространение в Украине: широко распространен.

**Stephanodiscus invisitatus* Hohn et Hellermann (рис. 4, 5). Створки диаметром 13,2—13,5 мкм, штрихов 12—14 в 10 мкм. Пресноводный, солоноватоводный, морской вид. Распространение в Украине: Киевское водохранилище [6], Каневское водохранилище, Киев [12], р. Дунай [4].

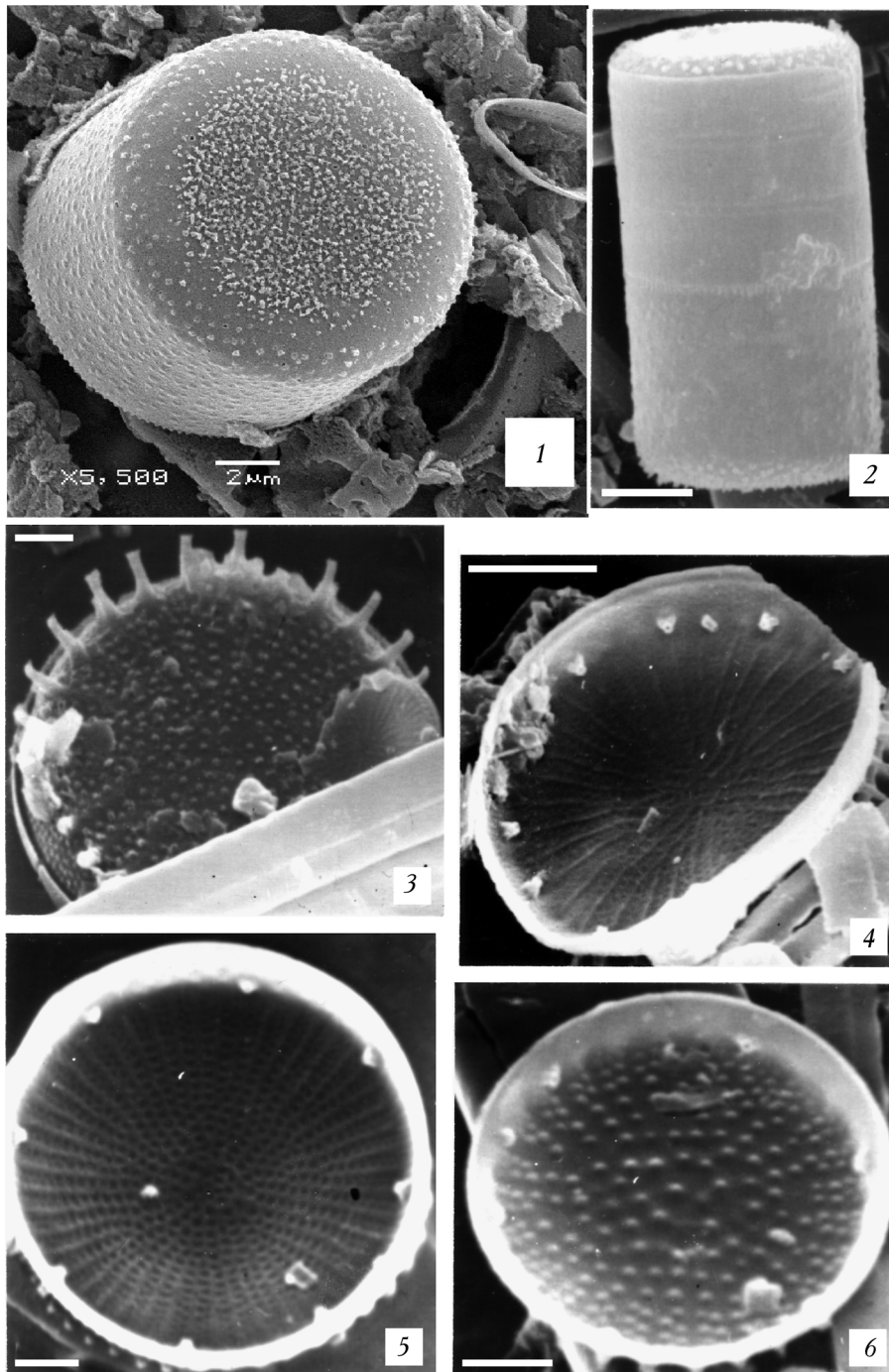
**Stephanodiscus minutulus* (Kütz.) Cleve et Möller (рис. 4, 6). Створки диаметром 9,2—10,0 мкм, штрихов 10—11 в 10 мкм. Распространение в Украине: широко распространен.

**Stephanodiscus neoastraea* Håk. et Hickel emend. Casper, Scheffler et Augsten (рис. 5, 1, 2, 3). Створки диаметром 17,8—40,0 мкм, штрихов 5—7 в 10 мкм. Распространение в Украине: Каневское водохранилище, Киев [9].

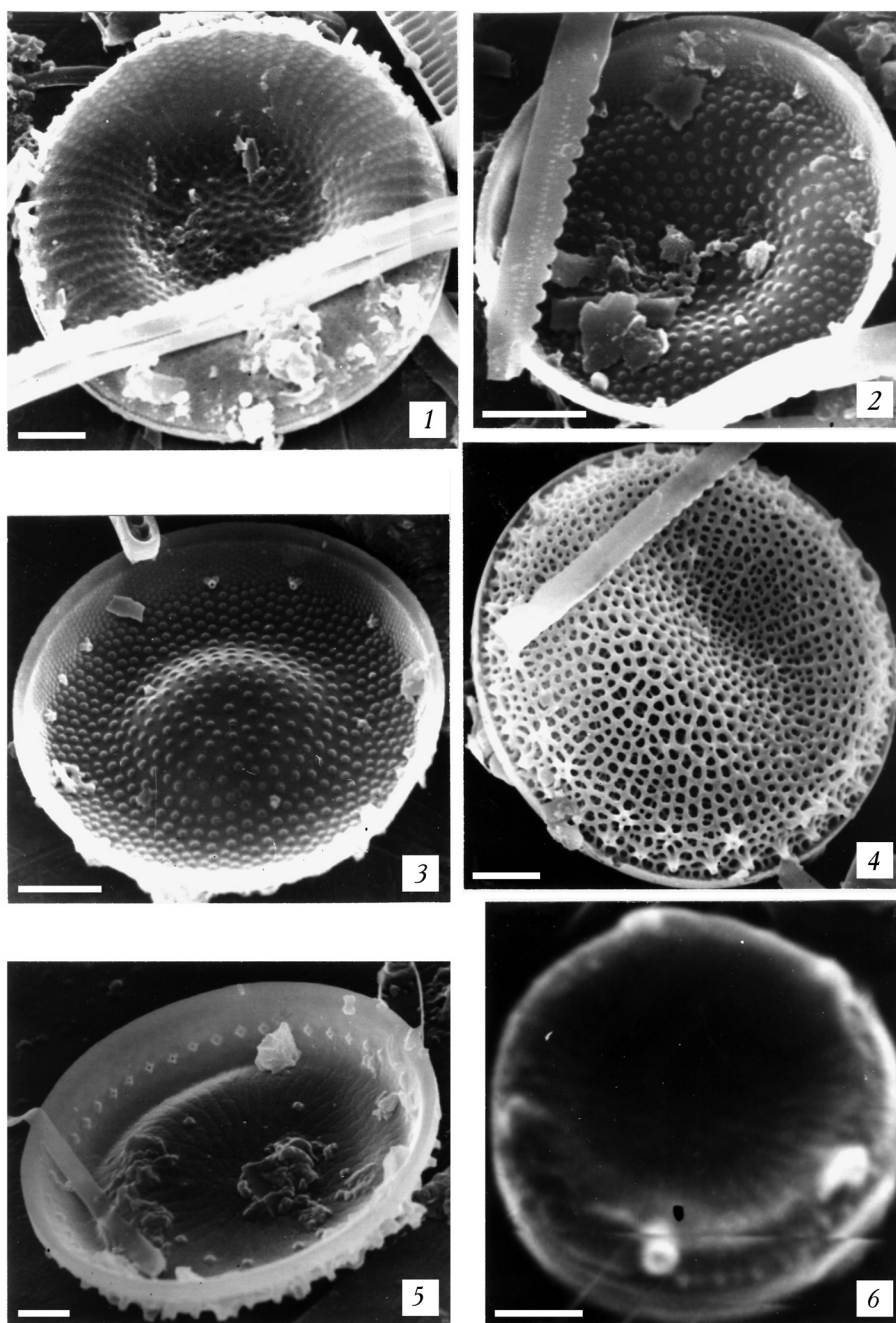
**Thalassiosira lacustris* (Grunow) Hasle emend. Genkal (рис. 5, 4, 5). Створки диаметром 30,0—39,9 мкм, краевых выростов 5 в 10 мкм. Для водоемов Украины приводится под названием *T. bramaputrae* (Ehrenb.) Håk. et Locker, однако позднее было показано, что форма под таким названием в действительности принадлежит к *T. lacustris* [3]. Распространение в Украине: широко распространен.

**Thalassiosira pseudonana* Hasle et Heimdal (рис. 5, 6). Створки диаметром 3,3—5,8 мкм, краевых выростов на створке 5—10. Распространение в Украине: Каневское водохранилище, Киев [9, 12], Киевское водохранилище [6].

Распределение и обилие центрических диатомовых в разных районах водоема охладителя было неравномерным (табл. 2).



4. Электронные микрофотографии створок: 1 — *Melosira varians*; 3, 4 — *Stephanodiscus hantzschii*; 5 — *S. invisitatus*; 6 — *S. minutulus*. 1—3 — створки с наружной поверхности; 4—6 — створки с внутренней поверхности; Масштаб: 1, 3—6 — 2 мкм; 2—5 мкм (СЭМ).



5. Электронные микрофотографии створок: 1—3 — *Stephanodiscus neoastraea*; 4, 5 — *Thalassiosira lacustris*; 6 — *T. pseudonana*. 1, 4, 6 — створки с наружной поверхности; 2, 3, 5 — створки с внутренней поверхности. Масштаб: 1—5 — 5 мкм; 6 — 1 мкм (СЭМ).

В целом на обилие фитопланктона в ВО в значительной мере влияют гидродинамические условия, которые, в свою очередь, определяются взаимо-

2. Видовой состав центрических диатомовых водорослей и их распределение по районам водоема

Виды	Фитопланктон				Перифитон (Северный р-н, подво- дящий ка- нал)
	западный и южный р-ны	восточ- ный р-н	вход в под- водящий ка- нал	выход от- водящего канала	
<i>Aulacoseira ambigua</i>	—	+	+	+	+
<i>A. granulata</i>	+	+	+	+	+
<i>A. tenella</i>	—	—	—	—	+
<i>Conticribra guillardii</i>	—	—	—	+	—
<i>Cyclostephanos dubius</i>	—	—	—	+	+
<i>Cyclotella atomus</i> var. <i>atomus</i>	—	—	+	+	+
<i>C. atomus</i> var. <i>gracilis</i>	—	—	—	+	+
<i>C. comta</i>	—	—	—	—	+
<i>C. marina</i>	—	—	—	+	+
<i>C. meduanae</i>	—	—	—	—	+
<i>C. meneghiniana</i>	—	+	+	+	+
<i>Discostella pseudostel- ligera</i>	—	—	+	+	+
<i>Melosira varians</i>	—	—	—	—	+
<i>Pleurosira laevis</i>	—	—	—	—	+
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	—	—	—	+	+
<i>S. invisitatus</i>	—	+	+	+	—
<i>S. minutulus</i>	—	—	—	—	+
<i>S. neoastraea</i>	—	—	—	—	+
<i>Thalassiosira lacustris</i>	—	—	—	—	+
<i>T. pseudonana</i>	—	—	—	+	—

действием техногенных циркуляционных потоков и ветровых течений. В безветренную погоду по районам водоема численность фитопланктона колебалась в пределах 0,04—4,59 млн. кл/дм³, а биомасса — 0,03—0,49 мг/дм³.

Центрические диатомовые были наиболее обильны в западном районе, где на станциях с разными гидродинамическими условиями составляли свыше 63% общей численности и 10—62% общей биомассы фитопланктона, общие количественные показатели которого были в пределах 35—238 тыс. кл/дм³ и 0,03—0,15 мг/дм³. В состав доминирующего комплекса по численности входили виды р. *Cyclotella*, по биомассе — *A. granulata*. Эти же виды доминировали и в центральном районе, где фитопланктон был наибо-

лее богат видами, обилен и имел полидоминантную структуру ($H_N = 2,9$ бит/экз; $H_B = 2,6$ бит/мг). В северном районе, где отмечена сравнительно более высокая численность фитопланктона за счет синезеленых водорослей, обилие центральных диатомовых было минимальным.

В южном и восточном районах количественные показатели фитопланктона были практически такими же, как и в западном, но состав доминирующего комплекса несколько отличался. В его состав по биомассе входила *A. granulata* (49% в южном и 74% в восточном). В отводящем канале (сброс 2-го блока) этот же вид доминировал как по численности, так и по биомассе.

Из 20 обнаруженных центральных диатомовых водорослей 13 являются новыми для данного водоема, в том числе 2 — для флоры Украины. Большинство из них относится к мелкоразмерным (до 10 мкм), поэтому их определение с помощью световой микроскопии было весьма проблематичным.

По данным световой микроскопии в водоеме-охладителе зарегистрированы *Aulacoseira distans*, *Cyclotella planctonica* и *Stephanodiscus binderanus*, что требует соответствующих комментариев. Находка *Aulacoseira distans* вызывает сомнения, поскольку этот вид встречается преимущественно в ископаемом материале и, по данным наших многолетних исследований фитопланктона водоемов разного типа и географического положения, он до сих пор не зафиксирован. Вероятнее всего, имела место неточная идентификация, низкокпанцирную форму *A. subarctica* (O. Müller) Haworth emend. Genkal отнесли к *A. distans*, что нередко случается при проведении гидробиологических исследований [2, 18]. Вид *A. subarctica* в водоемах Украины найден [16].

В настоящее время *Cyclotella planctonica* сведена в синонимику к *C. socialis* Schütt. Этот вид предпочитает олиготрофные субальпийские озера [22]. Последний имеет большое сходство с *C. comta*, и, вероятнее всего, здесь также имела место неточная идентификация.

Мы не нашли в исследованном водоеме *Stephanodiscus binderanus*, но обнаружили *S. invisitatus*, который также может вегетировать в виде длинных колоний и имеет сходный диаметр створки [20]. С учетом приведенных комментариев с большей вероятностью можно говорить о том, что по данным световой микроскопии в водоеме-охладителе было идентифицировано 12 видов центральных диатомовых водорослей, а с учетом выявленных в ходе настоящего электронно-микроскопического исследования их список значительно расширен: *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata*, *A. subarctica* (?), *A. tenella*, *Conticribra guillardii*, *Cyclostephanos dubius*, *Cyclotella atomus* var. *atomus*, *C. atomus* var. *gracilis*, *C. comta*, *C. marina*, *C. meduanae*, *C. meneghiniana*, *C. ocellata*, *Discostella pseudostelligera*, *Melosira varians*, *Pleurosira laevis*, *Skeletonema subsalsum*, *Stephanodiscus hantzschii*, *S. invisitatus*, *S. minutulus*, *S. neoastraea*, *Thalassiosira lacustris*, *T. pseudonana*.

Заключение

Электронно-микроскопическое исследование фитопланктона и перифитона водоема-охладителя Хмельницкой АЭС выявило 20 таксонов центральных диато-

мовых водорослей, в том числе 13 таксонов внутривидового ранга и 4 рода (*Conticribra*, *Cyclostephanos*, *Discostella*, *Thalassiosira*) новых для водоема.

Виды *Aulacoseira tenella* и *Cyclotella marina* оказались новыми для флоры Украины. Уточнено систематическое положение ряда таксонов и расширен видовой список центрических диатомовых водорослей водоема.

**

Центричні діатомові водорості з водойми-охолоджувача Хмельницької АЕС досліджували методом скануючої електронної мікроскопії. Виявлено 19 видів і 20 внутривидових таксонів, в тому числі 13 втв і чотири роди (Conticribra K.Stachura-Suchoples et D.M. Williams, Cyclostephanos Round, Discostella, Thalassiosira Cleve) нових для водойми. Новими для флори України виявились Aulacoseira tenella (Nygaard) Simonsen та Cyclotella marina (Tanimura, Nagumo et Kato) Aké-Castillo, Okolodk. et Ector. Для кожного таксону наведено короткий морфологічний опис, ілюстрації та поширення в Україні.

**

Centric diatom algae from the cooling-reservoir of the Khmelnytsk Nuclear Power Plant have been examined by the scanning electron microscopy. In the water body 19 species were identified, including 13 species and intra-species taxa and four genera (Conticribra K.Stachura-Suchoples et D.M. Williams, Cyclostephanos Round, Discostella Houk et Klee, Thalassiosira Cleve new for the reservoir. New species for the flora of Ukraine were Aulacoseira tenella (Nygaard) Simonsen and Cyclotella marina (Tanimura, Nagumo et Kato) Aké-Castillo, Okolodk. et Ector. Each considered taxon is supported by illustrations and morphological description.

**

1. Балонов И.М. Подготовка диатомовых и золотистых водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. — М.: Наука, 1975. — С. 87—90.
2. Генкал С. И. О распространении в волжских водохранилищах некоторых представителей диатомовых водорослей рода *Aulacoseira* Thw. // Тез. докл. Четвертой всероссийской конф. по водным растениям. — Борок, 1995. — С. 86—87.
3. Генкал С.И. К морфологии, таксономии и распространению в России *Thalassiosira bramaputrae* и *T. lacustris* (Bacillariophyta) // Новости систематики низших растений. — 2011. — Т. 45. — С. 20—26.
4. Генкал С.И., Иванов А.И. Новые данные к флоре водорослей (Bacillariophyta) р. Дунай // Укр. ботан. журн. — 1990. — Т. 47, № 2. — С. 104—106.
5. Генкал С.И., Макарова И.В. Диатомовые водоросли, новые для планктона Каспийского и Азовского морей // Новости систематики низших растений. — 1985. — Т. 22. — С. 35—37.
6. Генкал С.И., Щербак В.И. Новые данные о флоре диатомовых водорослей (Bacillariophyta, Centrophyceae) Киевского водохранилища // Укр. ботан. журн. — 1987. — Т. 44, № 1. — С. 61—65.

7. Генкал С.И., Ярмошенко Л.П. К морфологии, таксономии, экологии и распространению *Pleurosira laevis* (Bacillariophyta) // Там же. — 2009. — Т. 66, № 5. — С. 659—669.
8. Герасимюк В.П., Гусяков Н.Е., Беленкова Н.И., Ковтун О.А. Новые и редкие для Украины виды Bacillariophyta из лиманов северо-западного Причерноморья // Альгология. — 1995. — Т. 5, № 2. — С. 193—196.
9. Майстрова Н.В., Генкал С.И., Щербак В.И., Семенюк Н.Е. Centrophyceae верхней части Каневского водохранилища (Украина) // Там же. — 2007. — Т. 17, № 4. — С. 467—475.
10. Протасов А.А., Сеницына О.О., Калиниченко Р.А. и др. Планктон, бентос и перифитон водоема-охладителя Хмельницкой АЭС // Гидробиол. журн. — 2000. — Т. 36, № 1. — С. 14—29.
11. Протасов А.А., Семенченко В.П., Силаева А.А. и др. Техно-экосистема АЭС. Гидробиология, абиотические факторы, экологические оценки. — Киев: Институт гидробиологии НАН Украины. — 2011. — 234 с.
12. Щербак В.И., Генкал С.И., Майстрова Н.В. Центрические диатомовые водоросли в фитопланктоне Киевского и Каневского водохранилищ // Биология внутр. вод: Информ. бюл. — 1992. — № 93. — С. 25—30.
13. Ярмошенко Л.П. Диатомовые водоросли фитопланктона водоема-охладителя Хмельницкой АЭС как индикаторы его экологического состояния // Материалы 11 междунар. науч. конф. диатомологов стран СНГ «Диатомовые водоросли как биоиндикаторы современного состояния окружающей среды и их роль в палеоэкологии и биостратиграфии (Морфология, систематика, флористика, экология, палеогеография, биостратиграфия)», Минск, 27 сент. — 2 окт. 2009 г. — Минск: БГПУ, 2009. — С. 109—111.
14. Aké-Castillo J.A., Okolodkov Y.B., Espinosa-Matias S. et al. *Cyclotella marina* (Tanimura, Nagumo et Kato) Aké-Castillo, Okolodkov et Ector comb. et stat. nov. (Thalassiosiraceae): a bloom-forming diatom in the southeastern Gulf of Mexico // Nova Hedwigia. — 2012. — Vol. 141. — P. 263—274.
15. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Vol. 2. Bacillariophyta / Ed. by P.M. Tsarenko, S.P. Wasser & E. Nevo. — Ruggell: Gantner Verl., 2009. — 413 p.
16. Bukhtiyarova L. Diatoms of Ukraine. Inland waters. — Kyiv, Institute of botany, 1999. — 133 p.
17. Camburn K.E., Kingston J.C. The genus *Melosira* from soft water lakes with special reference to northern Wisconsin and Minnesota // Diatoms and lake acidity /Ed. by J.P. Smol, R.W. Batterbee, R.B. Davis & J. Merilainen. — Dordrecht: Junk Publishers, 1986. — P. 43—73.
18. Genkal S.I. Problems in identifying centric diatoms for monitoring the water quality of large rivers // Use of algae for monitoring rivers III / Ed. by J. Prygiel, B.A. Whitton & J. Bukowska. — Douai, 1999. — P. 182—187.
19. Genkal S.I., Kiss K.T. New morphological and taxonomical data for *Stephanodiscus invisitatus* Hohn et Hellerman (Bacillariophyta) // Arch. Protistenkd. — 1991. — Bd. 140, N 4. — S. 289—301.

20. *Haworth E.* Distribution of diatom taxa of the old genus *Melosira* (now mainly *Aulacoseira*) in Cumbrian waters // *Algae and aquatic environment* / Ed. by F. Round. — Bristol: Biopress, 1988. — P. 138—168.
21. *Houk V., Klee R., Tanaka H.* Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part III. Stephanodiscaceae, A. *Cyclotella*, *Tertiarius*, *Discostella* // *Fottea*. (Suppl.). — 2010. — Vol. 10 — 498 p.
22. *Nygaard G.* Ancient and recent flora diatoms and *Chrysophyceaceae* in Lake Gribso // *Folia Limnologica Scandinavica*. — 1956. — Vol. 8. — P. 32 —262.

¹ Институт биологии внутренних вод РАН, Борок, РФ

² Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

Поступила 03.10.12