Диатомовые водоросли водоемов Полтавскоравнинного альгофлористического района (Украина)

Кривошея О.Н.

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, Киев 01004, Украина
olha_krivosheia@ukr.net

Поступила в редакцию 03.03.2020. После доработки 16.03.2020
Подписана в печать 16.04.2020. Опубликовано 24.06.2020

Реферат

Представлены результаты изучения видового разнообразия *Bacillariophyta* разных типов водоемов Полтавскоравнинного альгофлористического района (ПРАР). Образцы водорослей отбирали согласно общепринятой методике и очищали с использованием концентрированной H_2O_2 . Видовой состав изучали с использованием методов световой и электронной микроскопии. В результате исследований зарегистрирован 601 вид (629 внутривидовых таксонов, ввт) диатомей, которые относятся к 4 классам, 17 порядкам, 38 семействам и 87 родам, среди которых 195 новых для флоры Украины таксонов видового и внутривидового ранга. Список известных для ПРАР таксонов пополнился на 58,6%. Общее количество видов района с учетом литературных данных – 705 (756 ввт), что составляет 58,7% флоры *Bacillariophyta* континентальных водоемов Украины. Установлено, что основу таксономического богатства *Bacillariophyta* ПРАР формируют представители класса *Bacillariophyceae* (87,4% общего количества), значительно меньше *Coscinodiscophyceae*, *Mediophyceae* и *Fragilariophyceae* – 1,3; 2,5 и 8,8% соответственно. Ведущие семейства: *Gomphonemataceae*, *Bacillariaceae*, *Cymbellaceae*, *Naviculaceae*, *Pinnulariaceae*, *Stauroneidaceae*, *Surirellaceae*, *Sellaphoraceae*, *Catenulaceae*, *Achnanthidiaceae*, *Fragilariaceae*, *Staurosiraceae*, *Diadesmidaceae*, *Eunotiaceae* и *Stephanodiscaceae*. По видовому разнообразию лидируют роды *Gomphonema* (C.Agardh) Ehrenberg, *Navicula* Bory, *Nitzschia* Hassal, *Pinnularia* Ehrenberg, *Sellaphora* Mereschkowsky, *Amphora* Ehrenberg, *Caloneis* Cleve, *Cymbella* C.Agardh, *Stauroneis* Ehrenberg,

© Кривошея О.Н., 2020

Placoneis Mereschowsky, *Planothidium* Round & Bukhtiyarova, *Eunotia* Ehrenberg, *Luticola* D.G.Mann, *Tryblionella* W.Smith, *Surirella* Turpin, *Fragilaria* Lyngbye, *Encyonema* Kützing, *Diploneis* (Ehrenberg) Cleve, *Hipodonta* Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski и *Epithemia* Brébisson. Соотношение количества видов, родов и семейств *Bacillariophyta* в реках, болотах, искусственных и природных прудах ПРАР составляет 1 : 2,6 : 17,6. Распределение общего видового разнообразия между разными типами водоемов неравномерно – от 583 (611 ввт) в реках до 169 видов в природных прудах. Сравнение списков видов разных типов водоемов ПРАР с использованием коэффициента мер сходства-включения показало, что видовой состав исследованных болот, искусственных и природных прудов включается в видовой состав рек, а природные, искусственные пруды и болота формируют группу сходства.

Ключевые слова: *Bacillariophyta*, типы водоемов, Полтавскоравнинный альгофлористический район, Украина

Введение

Диатомовые водоросли принадлежат к числу наиболее распространенных, экологически важных организмов на нашей планете (Mann, Droop, 1996), которые живут в различных биотопах – водных, наземных и воздушных (Round et al., 1990). Для территории Украины известно более тысячи видов диатомей (Algae..., 2009). Но, несмотря на богатую флору, очень многие регионы страны до сих пор остаются недостаточно изученными. К ним относится и Полтавскоравнинный альгофлористический район (ПРАР), выделенный согласно альго-флористическому районированию Украины (Царенко, Паламарь-Мордвинцева, 2015).

Изучение диатомей водоемов ПРАР имеет давнюю историю. В конце XIX в. была опубликована работа И. Плутенко (1871), посвященная альгоразнообразию водорослей рек Полтавской губернии – Сулы, её притоков Ромена, Лохвицы, Удая и притока последней р. Лысогор. Автор приводит данные о 50 видах водорослей, 46 из них – диатомей, принадлежащие к 9 порядкам, 20 семействам и 23 родам. Позднее вышел цикл работ М.А. Алексенко (1891–1894), в которых автор приводит данные о разнообразии диатомовой флоры, в т.ч. для Полтавской губернии: окрестностей г. Полтава (86 видов, 87 ввт) и Днепровских плавней и торфяников (90 видов, 91 ввт); местонахождения 30 видов относятся к территории ПРАР.

В XX в. проведены многочисленные исследования на территории ПРАР (Шкорбатов, 1926; Пшеченко, 1948; Федій, 1948, 1950, 1960; Гаухман, 1959, 1960, 1969; Топачевський, Оксіюк, 1960; Лубянов, 1961; Оксіюк, 1961; Коненко та ін., 1965; Литвинова, 1967, 1972; Євдущенко, 1974; Догадина, Вовченко, 1977; Крайнюкова, Мироненко, 1977; Пугач, 1979; Пугач, Журавлева, 1980; Догадина и др., 1995; Щербак, 1996, 1997). Большинство из них посвящены гидробиологическим исследованиям и касаются фитопланктона и фитобентоса. В публикациях, как правило, приводится общее количество обнаруженных видов и виды-доминанты, но не даются

полные систематические списки, а данные о распространении ограничиваются указанием общего распространения на территории Украины, без указания местонахождений.

Современные работы посвящены в основном устьевым участкам рек Ворскла (Молчанова, 2001; Клоченко, Иванова, 2009; Райда, 2013) и Сула (Акваландшафтное... 2014; Семенюк, 2014). В них отмечены местонахождения 261 вида (265 ввт) *Bacillariophyta*, однако не все авторы приводят систематические списки.

В результате критико-таксономической обработки литературных данных нами установлено, что для водоемов ПРАР известно 292 вида (317 ввт) диатомей. Однако несмотря на довольно большое количество видов, их территориальное распределение имеет локальный характер и не отражает все разнообразие *Bacillariophyta* исследованных водоемов.

Поэтому целью данной работы было комплексное изучение морфолого-таксономического разнообразия и особенностей типологического распределения, характера распространения диатомей водоемов ПРАР и выявление специфики исследованной флоры.

Материалы и методы

Территория ПРАР расположена в центральной и северно-восточной частях Украины в пределах Полтавской равнины и Приднепровской низменности. ПРАР относится к Левобережно-Днепровскому округу Среднеднепровской альгофлористической подпровинции (Царенко, Паламарь-Мордвинцева, 2015). Здесь представлен комплекс разнообразных водоемов, принадлежащих бассейнам рек Сула, Ворскла, Псел, Десна и Ориль, которые, в свою очередь, являются составной частью Днепровского бассейна (Національний..., 2007). Для почв исследованной территории характерно содовое и содово-сульфатное засоление с наличием содовых солончаков в поймах рек, воды которых относятся к гидрокарбонатному классу группы кальция с возрастанием общей минерализации от истоков к устьевым участкам (Винарчук, Хільчевський, 2010).

Материалы для исследования (440 проб перифитона, планктона и бентоса) отбирали в водоемах разных типов. Было исследовано 30 рек (Ворсклянский бассейн: реки Ворскла, Охтырка, Мерла, Свинковка, Коломак, Головачик, Тагамлик, Полузерь; Пселский бассейн: реки Псел, Грунь, Грунь-Ташань, Говтва, Говтва-Ольховая, Хорол; Сульский бассейн: реки Сула, Ромен, Артополот, Удай, Перевод, Руда, Борис, Оржица, Гнилая Оржица, Слипород; Деснянский бассейн: реки Сейм и Клевань; Орильский бассейн: реки Берестовая и Орчик), 8 заболоченных участков, 13 природных и 16 искусственных прудов. Пробы отбирали согласно общепринятым методикам (Водоросли..., 1989) в разные сезоны года на протяжении 2012–2018 гг. (рис. 1). При отборе проб отмечали показатели температуры воды и pH, которые отличались в зависимости от типа водоема и сезона. Так, температура воды колебалась от 0 °C до 36 °C, а

уровень pH 5,1–9,5. Для хранения пробы фиксировали 4%-м раствором формальдегида (Prygiel, Coste, 2000).

Рис. 1. Карта-схема отбора проб на территории ППРП

Видовой состав водорослей изучали с использованием светового микроскопа Olympus BX-53 (иммерсионный объектив $\times 100$, окуляр $\times 10$ с DIC контрастом) и цифровой камеры Olympus LC-30, на базе отдела фикологии, лишенологии и бриологии Института ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, а также сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-6060 LA с ускорительным напряжением 30кВ, на базе центра коллективного пользования электронными микроскопами Института ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины. Постоянные препараты для СМ (467 ед.) изготавливали по стандартной методике с использованием 35%-й H_2O_2 (Prygiel, Coste, 2000) с последующим фиксированием в синтетической смоле Naphrax®. Этот же материал использовали при изготовлении препаратов для СЭМ (Щербатюк та ін., 2015) с его нанесением на латунные цилиндры, сушили и напыляли золотом (ионный напылитель JEOL JFC-1600). Полученные микро-

фотографии обрабатывали с дальнейшим построением рядов морфологической изменчивости в пакете программного обеспечения Axiovision 4.8. и GIMP 2.8.10.

Видовой состав водорослей идентифицировали с использованием определителей серии *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1989, 1991; Krammer, 1991), *Diatoms of Europe* (Krammer, 2000, 2002, 2003; Lange-Bertalot, 2001, 2011; Levkov, 2009; Levkov et al., 2013, 2016), *Bibliotheca Diatomologica* (Lange-Bertalot, 1993; Krammer, 1997a, b; Van de Vijver et al., 2004; Wojtal, 2013), *Iconographia Diatomologica* (Reichardt, 1999; Levkov et al., 2007), отдельных монографий (Hoffmann et al., 2011; Куликовский и др., 2016; Reichardt, 2018), статей, материалов форумов и электронных ресурсов (Spaulding et al., 2019; Potarova et al., 2020).

При составлении систематического списка использовали систему, принятую в серии *Algae of Ukraine...* (2009), с последующими уточнениями Е. Сох (2015) о положении класса *Fragilariophyceae* (Round, 1990) и систематической принадлежности отдельных родов (Medlin, Desdevises, 2016; Ruck et al., 2016a, b; Jahn et al., 2017, 2019; Cocquyt, Van de Vijver, 2018; Kapustin, Kulikovskiy, 2018; Kulikovskiy et al., 2019).

Типификация водоемов приведена согласно классификации Ю. Одума (1986), в которой рассматриваются три общие группы – лотические (родник, ручей, река), лентические (озеро, пруд) водоемы и заболоченные участки (марши и болота). Сравнение приводим на уровне подгрупп: реки, болота, а также пруды, которые разделяются на природные и искусственные, исходя из результатов исследования.

Сравнительный флористический анализ видового разнообразия разных типов водоемов проведен с использованием коэффициента мер сходства-включения (Семкин, Комарова, 1985). Сведения о географическом распространении видов приведены согласно литературным данным (Барина и др., 2006, 2019; Куликовский и др., 2016).

Результаты и обсуждение

В результате изучения видового состава *Bacillariophyta* водоемов ПРАР зарегистрирован 601 вид (629 ввт) диатомей, относящихся к 4 классам, 17 порядкам, 38 семействам и 87 родам (табл. 1). Среди них 195 таксонов видового и внутривидового ранга являются новыми для флоры Украины (отмечены в электронном Приложении 1*), или условно новыми, сформированными по последним результатам ревизий родов/видов. Часть новых находок была опубликована нами ранее (Кривошея, Кривенда, 2015; Кривошея, 2017; Kryvosheia, Kapustin, 2019a, b), остальные, с подробными описаниями и иллюстрациями, будут опубликованы в ближайшее время.

Со времени первого сообщения (Плутенко, 1871) список диатомей района исследований увеличился на 58,6%. С учетом литературных данных

* См. электронное Приложение на сайте: журнала: <https://doi.org/10.15407/alg30.02.170>:

альгофлора *Bacillariophyta* ПРАР представлена 705 видами (756 ввт) (табл. 1), что составляет 58,7% флоры диатомовых водорослей континентальных водоемов Украины (Algae..., 2009). Далее приводим флористический анализ выявленного состава диатомей водоемов ПРАР на основе оригинальных данных.

Таблица 1. Таксономический спектр *Bacillariophyta* водоемов ПРАР

Клас	Порядок	Семейство	Род	Вид (ввт)	% общего кол-ва видов
<i>Coscinodiscophyceae</i>	3	3	3	8 (9)	1,3
<i>Mediophyceae</i>	3	3	7	15 (16)	2,5
<i>Fragilariophyceae</i>	2	3	15	53 (54)	8,8
<i>Bacillariophyceae</i>	8	25	62	525 (550)	87,4
Всего	16	34	87	601 (629)	100
С учетом литературных данных	17	38	98	705 (756)	100

Таксономическим богатством диатомей исследованной территории выделяется класс *Bacillariophyceae*. Менее разнообразно представлены классы *Coscinodiscophyceae*, *Mediophyceae* и *Fragilariophyceae* – 1,3; 2,5 и 8,8% соответственно (см. табл. 1). Среди порядков основу диатомовой флоры водоемов ПРАР составляют *Naviculales* (222 вида, 232 ввт), *Cymbellales* (137, 145) и *Bacillariales* (64, 66), их доля составляет 70,4%. Среди ведущих семейств по количеству видов лидируют *Gomphonemataceae*, *Bacillariaceae*, *Cymbellaceae* и *Naviculaceae* – 65 (70 ввт), 64 (66), 63 (66) и 62 вида соответственно. Второе и третье места занимают семейства *Pinnulariaceae* и *Stauroneidaceae* – 55 (63 ввт) и 35 видов. Довольно разнообразно представлены *Surirellaceae* (29, 30 ввт), *Sellaphoraceae* (28), *Catenulaceae*, (24, 26 ввт), *Achnanthidiaceae* (24, 26 ввт), *Fragilariaceae* (23) и *Staurosiraceae* (20). Относительно небольшое количество диатомей содержат семейства *Diadesmidaceae* (13), *Eunotiaceae* (12) и *Stephanodiscaceae* (11, 12 ввт). Первые шесть семейств составляют 57,2% общего разнообразия видов, остальные содержат менее 10 видов.

Среди родов по численности доминируют *Gomphonema* (63, 68 ввт), *Navicula* (52), *Nitzschia* (43, 45 ввт), *Pinnularia* (34, 41 ввт) и *Sellaphora* (22). Менее разнообразно представлены роды *Amphora* (19, 21 ввт), *Caloneis* (19, 20 ввт), *Cymbella* (17, 18 ввт), *Stauroneis* (17), *Placoneis* (14), *Planothidium* (12, 14 ввт), *Eunotia*, *Luticola* и *Tryblionella* (по 12), *Surirella* (11, 12 ввт), *Fragilaria* и *Encyonema* (по 11), *Diploneis*, *Hipodonta* и *Epithemia* (по 10 видов). Половина родов представлена 1–2 видами (39 родов, 47,1%), из которых 24 рода содержат всего по одному виду. В основном это роды, которые содержат небольшое количество видов или всего один.

Несмотря на крайне неравномерное распределение видов по семействам и родам, среднее число видов в семействе составляет 17,6,

коэффициент соотношения числа родов и семейств равен 2,6, а родовой коэффициент – 6,9. Соответственно, соотношение количества видов, родов и семейств диатомовых водорослей в реках, болотах, искусственных и природных прудах ПРАР составляет 1 : 2,6 : 17,6. Повышенная насыщенность ограниченного количества семейств и родов может быть обусловлена молодым возрастом и автохтонными процессами в филогенезе исследованной флоры, разнообразием изученных экологических ниш и миграцией отдельных таксонов с сопредельных территорий (Толмачев, 1974).

Ряд видов в изученных водоемах достигал высоких показателей обилия. Во всех типах водоемов массово развивались *Cocconeis euglypta* Ehrenberg, *C. lineata* Ehrenberg, *C. placentula* Ehrenberg, *Gomphonema italicum* Kützing, *Ulnaria acus* (Kützing) Aboal и *U. ulna* (Nitzsch) Compère. К наиболее распространенным (встречаемость в более 70% изученных проб) следует отнести *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen, *A. granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Stephanodiscus hantzschii* Grunow, *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Cyclostephanos dubius* (Hustedt) Round, *Ulnaria acus* (Kützing) Aboal, *U. biceps* (Kützing) Compère, *U. capitata* (Ehrenberg) Compère, *U. ulna* (Nitzsch) Compère, *Tabularia fasciculata* (C.Agardh) D.M.Williams et Round, *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Schaarschmidt, *Anomoeoneis sphaerophora* Pfitzer, *Cymbella cymbiformis* C.Agardh, *C. hustedtii* Krasske, *C. neocistula* Krammer, *C. neolanceolata* W.Silva, *C. subcistula* Krammer, *C. tumida* (Brébisson) Van Heurck, *Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G.Mann, *E. vulgare* Krammer, *Placoneis elginensis* (W.Gregory) E.J.Cox, *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg, *G. angusticephalum* E.Reichardt et Lange-Bertalot, *G. augur* Ehrenberg, *G. brebissonii* Kützing, *G. clavatum* E.Reichardt, *G. italicum* Kützing, *G. laticollum* E.Reichardt, *G. micropus* Kützing, *G. parvulum* (Kützing) Kützing, *G. pseudoaugur* Lange-Bertalot, *G. truncatum* Ehrenberg, *Lemnicola hungarica* (Grunow) Round et Basson, *Planothidium frequentissimum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot, *P. lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot, *P. victorii* P.M.Novis, J.Braidwood et C.Kilroy, *Achnanthidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Cocconeis euglypta* Ehrenberg, *C. lineata* Ehrenberg, *C. pediculus* Ehrenberg, *C. placentula* Ehrenberg, *Sellaphora atomoides* (Grunow) Wetzel et Van de Vijver, *S. laevissima* (Kützing) D.G.Mann, *S. mannii* E.Reichardt, *S. pupula* (Kützing) Mereschkovsky, *Fallacia pygmaea* (Kützing) Stickle et D.G.Mann, *Caloneis bacillum* (Grunow) Cleve, *C. molaris* (Grunow) Krammer, *C. silicula* (Ehrenberg) Cleve, *Pinnularia bertrandii* Krammer, *Hippodonta capitata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski, *Navicula cincta* (Ehrenberg) Ralfs, *N. cryptotenella* Lange-Bertalot, *N. libonensis* Schoeman, *N. neowiesneri* Chaudev et Kulikovskiy, *N. radiosa* Kützing, *N. slesvicensis* Grunow, *N. tripunctata* (O.F.Müller) Bory, *N. trivialis* Lange-Bertalot, *N. veneta* Kützing, *Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst, *Craticula buderi* (Hustedt) Lange-Bertalot, *C. cuspidata* (Kützing) D.G.Mann, *Amphora copulata* (Kützing) Schoeman et R.E.M.Archibald, *A. ovalis* (Kützing) Kützing, *A. pediculus* (Kützing) Grunow, *Halamphora veneta* (Kützing) Levkov, *Nitzschia amphibia* Grunow, *N. palea* (Kützing) W.Smith, *N. paleacea* (Grunow) Grunow,

Tryblionella hungarica (Grunow) Frenguelli, *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson, *E. gibba* (Ehrenberg) Kützing, *Surirella librile* (Ehrenberg) Ehrenberg (см. Табл. I–VII).

Табл. I. Наиболее часто встречающиеся виды в водоемах ППАР: 1–3 – *Aulacoseira granulate*; 4–6 – *A. ambigua*; 7–9 – *Cyclotella meneghiniana*; 10–12 – *Cyclostephanos dubius*; 13–15 – *Stephanodiscus hantzschii*; 16–18 – *Ulnaria acus*; 19–21 – *Tabularia fasciculata*; 22 – *Ulnaria capitata*; 23 – *U. biceps*; 24 – *U. ulna*. Масштаб 10 мкм

Табл. II. Наиболее часто встречающиеся виды в водоемах ПРАР: 25–27 – *Eunotia bilunaris*; 28–30 – *Anomoeoneis sphaerophora*; 31–33 – *Encyonema vulgare*; 34–36 – *E. silesiacum*; 37–39 – *Cymbella subcistula*; 40–42 – *C. hustedtii*; 43–45 – *C. cymbiformis*; 46–48 – *C. neocistula*. Масштаб 10 мкм

Табл. III. Наиболее часто встречающиеся виды в водоемах ПРАР: 49–51 – *Cymbella neolanceolata*; 52–54 – *C. tumida*; 55–57 – *Placoneis elginensis*; 58–60 – *Gomphonema clavatulum*; 61–63 – *G. angusticephalum*; 64–66 – *G. brebissonii*; 67–69 – *G. acuminatum*. Масштаб 10 мкм

Табл. IV. Наиболее часто встречающиеся виды в водоемах ПРАР: 70–72 – *Gomphonema laticollum*; 73–75 – *G. italicum*; 76–78 – *G. augur*; 79–81 – *G. parvulum*; 82–84 – *G. micropus*; 85–87 – *G. pseudoaugur*; 88–91 – *Cocconeis euglypta*; 92–94 – *C. lineata*; 95–97 – *Lemnicola hungarica*; 98–100 – *C. placentula*; 101–103 – *C. pediculus*. Масштаб 10 мкм

Табл. V. Наиболее часто встречающиеся виды в водоемах ПРАР: 104–106 – *Planothidium lanceolatum*; 107–109 – *P. frequentissimum*; 110–112 – *P. victorii*; 113–115 – *Achnanthisidium minutissimum*; 116–118 – *Sellaphora atomoides*; 119–121 – *Fallacia pygmaea*; 122–124 – *Sellaphora pupula*; 125–127 – *S. mannii*; 128–130 – *S. laevissima*; 131–133 – *Hippodonta capitate*; 134–136 – *Caloneis bacillum*; 137–139 – *Pinnularia bertrandii*; 140–142 – *Caloneis silicula*; 143–146 – *C. molaris*; 147–149 – *Gyrosigma acuminatum*. Масштаб 10 мкм

Табл. VI. Наиболее часто встречающиеся виды в водоемах ПРАП: 150–152 – *Navicula radiosa*; 153–155 – *N. tripunctata*; 156–158 – *N. libonensis*; 159–161 – *N. cryptotenella*; 162–164 – *N. cincta*; 165–167 – *N. veneta*; 168–170 – *N. neowiesneri*; 171–173 – *Craticula buderii*; 173–176 – *N. slesvicensis*; 177–179 – *N. trivialis*, 180–181 – *C. cuspidata*. Масштаб 10 мкм

Табл. VII. Наиболее часто встречающиеся виды в водоемах ПРАП: 182–183 – *Amphora ovalis*; 184–186 – *A. copulate*; 187–189 – *Halamphora veneta*; 190–192 – *Nitzschia palea*; 193–195 – *N. amphibian*; 196–198 – *N. paleacea*; 199–201 – *Epithemia adnate*; 202–204 – *Amphora pediculus*; 205–207 – *Tryblionella hungarica*; 208–209 – *Surirella librile*; 210–211 – *E. gibba*.

Масштаб 10 мкм

Согласно литературным данным о географическом распространении диатомей в мире (см. электр. Приложение), на исследованной территории

преобладают диатомеи с широкой амплитудой распространения или же с голарктическим типом ареала (250 видов и 97 ввт соответственно).

Распределение общего видового разнообразия по типам водоемов было неравномерным (табл. 2). На первом месте оказались речные экосистемы, где выявлено 583 видов (611 ввт). Их систематическая структура соответствует установленной для ПРАР в целом. Для рек отмечен ряд особенностей: 272 таксона видового и внутривидового ранга обнаружены только в этом типе водоемов, 83 – массово развивающиеся виды. Среди них наиболее часто встречались *Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow) D.M.Williams et Round, *Placoneis anglophila* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot, *Gomphonella olivacea* (Hornemann) Rabenhorst, *Gomphonema subclavatum* (Grunow) Grunow, *Planothidium rostratoholoarticum* Lange-Bertalot et Båk, *Sellaphora seminulum* (Grunow) D.G.Mann, *Caloneis lancettula* (Schulz) Lange-Bertalot et Witkowski, *Pinnularia brebissonii* (Kützing) Rabenhorst, *Navicula antonii* Lange-Bertalot, *N. capitatoradiata* H.Germain ex Gasse, *N. erifuga* Lange-Bertalot, *N. upsaliensis* (Grunow) M.Peragallo, *Stauroneis smithii* Grunow, *Nitzschia intermedia* Hantzsch, *Tryblionella apiculata* W.Gregory, *Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing, *Surirella brebissonii* Krammer et Lange-Bertalot.

Такие особенности, вероятно, связаны с экологическими особенностями изученных рек (Винарчук, Хильчевский, 2010), сезонностью отбора проб и охватом бентосных, планктонных и перифитонных группировок диатомей. Наиболее разнообразно представлен видовой состав *Bacillariophyta* в р. Ворскла (463 вида, 482 ввт), наименее разнообразно – в притоке р. Сула – р. Борыс (26 видов).

Таблица 2. Таксономический спектр *Bacillariophyta* разнотипных водоемов ПРАР

Тип водоема	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид (ввт)	% общего разнообразия
Реки	4	16	34	85	583 (611)	97
Болота	4	13	22	49	220 (223)	36,6
Пруды искусственные	4	13	27	57	216 (222)	35,9
Пруды природные	4	12	27	49	169 (169)	28,1

Болота менее разнообразны по составу в сравнении с реками, здесь выявлено 220 видов диатомовых, представленных 223 ввт (см. табл. 2). Они также относятся к 4 классам, ведущими порядками по количеству видов являются представители класса *Bacillariophyceae*: *Naviculales* (75 видов, 77 ввт), *Cymbellales* (63 видов, 64 ввт) и *Bacillariales* (23 видов). Среди семейств по видовому богатству лидируют *Gomphonemataceae* (37, 38 ввт), *Pinnulariaceae* (28, 30 ввт), *Cymbellaceae* (26), *Naviculaceae* (22) и

Bacillariaceae (23). За ними следуют *Sellaphoraceae* (13), *Fragilariaceae* и *Achnanthidiaceae* (по 10 видов). Среди родов по числу видов преобладают *Gomphonema* (37, 38 ввт), *Navicula* (20), *Nitzschia* (18), *Pinnularia* (16, 17 ввт), *Cymbella* (14), *Sellaphora* (12) и *Caloneis* (11, 12 ввт). Для болот характерно наличие видов диатомей, обнаруженных только в этом типе водоемов: *Diatoma ehrenbergii* Kützing, *Mastogloia smithii* Thwaites ex W.Smith, *Encyonema minutum* (Hilse) D.G.Mann, *Eucocconeis laevis* (Østrup) Lange-Bertalot, *Caloneis* aff. *clevei* (Lagerstedt) Cleve, *Pinnularia canadodivergens* Kulikovskiy, Lange-Bertalot et Metzeltin, *Mayamaea fossalis* (Krasske) Lange-Bertalot. В болотах высокие показатели обилия отмечены для 20 видов диатомовых водорослей (см. электр. Приложение), среди которых *Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G.Mann и *Epithemia sorex* Kützing массово развивались только в болотах.

В искусственных прудах обнаружено 216 видов (222 ввт) (см. табл. 2), которые относятся к тем же 4 классам с сохранением преимущества класса *Bacillariophyceae*. Ведущими порядками так же, как и в реках, являются *Naviculales* (73, 74 ввт), *Cymbellales* (49, 51 ввт) и *Bacillariales* (20). В отличие от остальных типов водоемов, для искусственных прудов характерно преобладание сем. *Naviculaceae* (29), в то время как в других типах водоемов на первом месте пребывает сем. *Gomphonemataceae*. В прудах это семейство представлено 26 видами (28 ввт). Далее следуют *Cymbellaceae* (23), *Bacillariaceae* (20), *Pinnulariaceae* (13, 14 ввт), *Sellaphoraceae* (13), *Catenulaceae* (12), *Surirellaceae* (11, 12 ввт), *Stephanodiscaceae* и *Fragilariaceae* (по 11 видов), *Stauroneidaceae* (10 видов). В отличие от других типов водоемов, где по количеству видов лидирует род *Gomphonema*, в искусственных прудах доминирует род *Navicula* (29 видов). *Gomphonema* насчитывает 26 видов (28 ввт). Также можно отметить роды *Nitzschia* (11), *Sellaphora* и *Amphora* (по 10 видов соответственно). Только в этом типе водоемов нами обнаружены *Staurosirella mutabilis* (W.Smith) E.Morales et Van de Vijver, *Nitzschia draveillensis* Coste et Ricard, *Tryblionella angustulata* (Lange-Bertalot) Cantonati et Lange-Bertalot и *T. littoralis* (Grunow) D.G.Mann. Из 26 массово развивающихся видов шесть характерны только для искусственных прудов: *Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agardh) Lange-Bertalot, *Placoneis anglophila* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot, *Planothidium lanceolatum* (Brébisson) Lange-Bertalot, *Pinnularia viridiformis* Krammer, *Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst и *Craticula buderii* (Hustedt) Lange-Bertalot.

Наименее разнообразно представлены диатомеи (169 видов) в прудах природного происхождения (т.н. старицы в поймах рек) (см. табл. 2). Они также включают виды 4 классов. Ведущими по количеству видов оказались порядки *Naviculales* (55) и *Cymbellales* (48). Среди семейств лидируют *Gomphonemataceae* (28), *Naviculaceae* (24) и *Cymbellaceae* (19), за ними следуют *Bacillariaceae* (12), *Pinnulariaceae* и *Fragilariaceae* (по 11 видов каждое). Среди родов довольно разнообразно представлены *Gomphonema* (28), *Navicula* (23) и *Cymbella* (10 видов). Остальные роды и семейства насчитывают менее 10 видов. Что касается видовой специфичности, то

виды, встречающиеся в природных прудах, за исключением *Achnanthes inflata* (Kützing) Grunow, характерны также для рек, что свидетельствует об их взаимосвязи и флористической общности видового состава. Виды *Gomphonema augur* Ehrenberg, *G. capitatum* Ehrenberg и *Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkovsky характерны только для природных прудов.

Для сравнения видовых списков разных типов водоемов ПРАР с использованием коэффициента мер сходства-включения (Семкин, Комарова, 1985) рассчитана матрица мер включения (табл. 3), на ее основе построены графы нетранзитивных отношений включения и сходства (рис. 2). При установлении отношений заданы две пороговые величины – $\sigma \geq 50\%$ и $\sigma \geq 40\%$.

Таблица 3. Матрица мер включений (%) для разных типов водоемов ПРАР

Водоемы	Реки	Болота	Пруды	
			искусственные	природные
Реки		35	35	28
Болота	94		56	52
Пруды искусственные	96	57		47
Пруды природные	98	68	59

Рис. 2. Граф нетранзитивных отношений включения и сходства видового состава диатомей разных типов водоемов ПРАР: Р – реки, Б – болота, ИП – искусственные пруды, ПП – природные

Как видно из ориентированных графов, видовой состав диатомей исследованных болот, а также виды искусственных и природных прудов при пороговом значении $\sigma \geq 50\%$ включаются в видовой состав рек, как следствие их местонахождения в речных поймах. Между болотами и искусственными прудами формируются отношения сходства-включения

(см. рис. 2). При $\sigma \geq 50\%$ формируется отношение включения видового состава диатомей природных прудов в пруды искусственные, что объясняется происхождением большинства изученных искусственных прудов, образованных на основе строительства плотин на малых реках с целью формирования рыбных хозяйств, и только при пороговом значении $\sigma \geq 40\%$ видовой состав природных прудов включается в группу сходства искусственных прудов и болот.

Заключение

В водоемах Полтавско-равнинного альгофлористического района идентифицирован 601 вид (629 ввт) диатомей, относящихся к 4 классам, 17 порядкам, 38 семействам и 87 родам. Из них 195 таксонов видового и внутривидового ранга являются новыми для флоры Украины. Сведения о разнообразии диатомей исследованной территории увеличились на 58,6%. С учетом литературных данных, общее число видов *Bacillariophyta* ППАР насчитывает 705 (756 ввт), что составляет 58,7% флоры диатомовых водорослей континентальных водоемов Украины. Таксономическое богатство диатомей представлено преимущественно классом *Bacillariophyceae* (87,4% общего количества). Соотношение количества видов, родов и семейств диатомовых водорослей в реках, болотах, искусственных и природных прудах ППАР составляет 1 : 2,6 : 17,6, что может быть обусловлено молодым возрастом и автохтонными процессами в филогенезе исследованной флоры, разнообразием изученных экологических ниш и миграцией отдельных таксонов с сопредельных территорий.

На основании обобщенных литературных данных о географическом распространении диатомовых водорослей нами отмечено преобладание на исследованной территории диатомей с широкой амплитудой распространения, или же голарктической.

Распределение общего видового разнообразия по типам водоемов на территории ППАР неравномерно – от 583 вида (611 ввт) в реках до 169 в прудах природного происхождения. Сравнительный анализ с использованием коэффициента мер сходства-включения при пороговом значении $\sigma \geq 50\%$ и $\sigma \geq 40\%$ показал, что видовые составы исследованных болот, искусственных и природных прудов включаются в реки как следствие их местонахождения в речных поймах, а между болотами и искусственными прудами формируется отношение сходства-включения. Только при пороговом значении $\sigma \geq 40\%$ видовой состав природных прудов включается в группу сходства искусственных прудов и болот.

Результаты исследования свидетельствуют об альгофлористической значимости разнообразия диатомей водоемов ППАР, необходимости дальнейших флористико-таксономических исследований региона и мониторинга качества воды в его водоемах.

Автор выражает благодарность П.М. Царенко и О.Н. Виноградовой за консультации при подготовке статьи, А. Войтал (Agata Wojtal) и Д.О. Капустину за помощь при идентификации отдельных таксонов диатомей, а также Н.О. Смоляр, Д.А. Давыдову, И.Г. Ольшанскому, сотрудникам НПП «Нижнесульский», НПП «Пирятинский», РЛП «Гадяцкий», РЛП «Нижневорсклянский» и, особенно, отцу Кривошея Н.Н. за помощь при сборе образцов для исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акваландшафтное и биологическое разнообразие Национального природного парка «Нижнесульский», Украина. 2014. Под ред. В.И. Щербака. Киев: Фитосоциоцентр. 266 с.
- Алексенко М.А. 1891–1892. *Diatomaceae* окрестностей г. Полтавы. *Труды общ-ва испыт. природы Харьк. ун-та*. 26: 45–65.
- Алексенко М.А. 1892–1893. К флоре водорослей Лебединского и отчасти Сумского уездов Харьковской губернии. *Труды общ-ва испыт. природы Харьк. ун-та*. 10: 15–27.
- Алексенко М.А. 1893–1894. Флора водорослей Днепровских плавней и торфяников. *Труды общ-ва испыт. природы Харьк. ун-та*. 27: 58–119.
- Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. 2006. *Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды*. Тель-Авив: PiliesStud. 498 с.
- Барина С.С., Белоус Е.П., Царенко П.М. 2019. *Альгоиндикация водных объектов Украины: методы и перспективы*. Хайфа, Киев: Изд-во Университета Хайфы. 367 с.
- Водоросли: Справочник*. 1989. Под ред. С.П. Вассера. Киев: Наук. думка. 608 с.
- Винарчук О.О., Хільчевський В.К. 2010. Умови формування хімічного складу води та вивченість гідрохімічного режиму річок Лівобережного Лісостепу. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 18: 219–230.
- Гаухман З.С. 1959. Фитопланктон и фитобентос р. Псла и водохранилищ на его течении. *Науч. докл. высшей школы*. Биол. науки. 1: 84–87.
- Гаухман З.С. 1960. Фитопланктон и фитобентос среднего течения Днепра и его придаточной системы. *Вестн. Днепропетр. НИИ гидробиологии*. 12: 37–58.
- Гаухман З.С. 1969. О формировании микрофитобентоса Днепродзержинского водохранилища. *Гидробиол. журн.* 5(1): 47–51.
- Євдушенко О.В. 1974. Вища водяна рослинність і альгофлора р. Псьол у зв'язку з каскадом водосховищ. В кн.: *Проблеми малих річок України*. Київ: Наук. думка. С. 48–50.
- Догадина Т.В., Вовченко Л.А. 1977. Санитарно-биологическая характеристика р. Ворсклы в районе г. Полтавы. *Вестн. ХГУ*. 158(3): 154–161.
- Догадина Т.В., Горбулин О.С., Чередниченко Л.П. 1995. Водоросли озера Лебедин (Украина). *Альгология*. 5(4): 432–439.
- Клоченко П.Д., Иванова И.Ю. 2009. Особенности видового разнообразия фитопланктона притоков Днепра. *Альгология*. 19(4): 362–379.
- Коненко А.Д., Підгайко М.Л., Радзимовський Д.О. 1965. *Ставки лісостепових, степових та гірських районів України*. Київ: Наук. думка. 260 с.
- Крайнюкова А.М., Мироненко В.Т. 1977. Альгофлора верхньої течії р. Мерли. В кн.: *Матеріали VI з'їзду УБТ*. Київ: Наук. думка. С. 171–172.
- Кривошея О.М. 2017. Діатомові водорості перифітону водойм Національного природного парку «Пирятинський». *Чорномор. бот. журн.* 13(2): 204–214. <https://doi.org/10.14255/2308-9628/17.132/7>

- Кривошея О.Н., Кривенда А.А. 2015. Новые и редкие для альгофлоры Украины виды *Bacillariophyta* из водоёмов Регионального ландшафтного парка «Нижневорсклянский» (Украина). *Альгология*. 25(3): 306–322. <https://doi.org/10.15407/alg25.03.306>
- Куликовский М.С., Глуценко А.М., Генкал С.И., Кузнецова И.В. 2016. *Определитель диатомовых водорослей России*. Ярославль: Филигрань. 804 с.
- Литвинова М.А. 1967. Сезонная динамика фитопланктона основных заливов Кременчугского водохранилища. *Гидробиол. журн.* 34(4): 32–38.
- Литвинова М.А. 1972. *Фитопланктон Кременчугского водохранилища*: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев. 22 с.
- Лубянов И.П. 1961. Гидробиологический режим каскада водохранилищ на р. Псел. В кн.: *Малые водоемы равнинных областей СССР и их использование*. М., Л.: Изд-во АН СССР. С. 282–288.
- Молчанова С.А. 2001. Альгофлора р. Ворскла в районі м. Полтави. В кн.: *Матеріали XI з'їзду УБТ (Харків, 25–27 вер. 2001 р.)*. Харків. С. 250–251.
- Національний атлас України*. 2007. Під ред. Л.Г. Руденко. Київ: Картографія. 435 с.
- Одум Ю. 1986. *Экология*. В 2-х т. Пер. с англ. М.: Мир. Т. 2. 376 с.
- Оксіюк А.П. 1961. Діатомовий аналіз відкладів болота Гирлове Полтавської області. *Вісн. Київ. ун-ту. Сер. Біологія*. 4(2): 3–5.
- Плутенко И. 1871. Материалы для флоры водорослей Полтавской губернии. *Записки Киев. общ-ва естествоиспыт.* 2(1): 97–109.
- Пугач В.И. 1979. Первичная продукция планктона и деструкция органического вещества на мелководьях Кременчугского водохранилища. *Гидробиол. журн.* 15(1): 11–17.
- Пугач В.И., Журавлева Л.А. 1980. Факторы, определяющие развитие фитопланктона мелководий Кременчугского водохранилища. *Гидробиол. журн.* 16(5): 31–37.
- Пшеченко А.И. 1948. Фитопланктон р. Ворсклы. *Вестн. Днепропетр. ин-та гидробиол.* 8: 53–61.
- Райда О.В. 2013. *Водорості водойм регіонального ландшафтного парку «Нижньоворсклянский» (Україна)*: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. Київ. 21 с.
- Семенюк Н.С. 2014. Порівняльна характеристика фітомікроєпіфітону акваландшафтів Українських національних природних парків. В кн.: *Інтегроване управління водними ресурсами*. Київ: ДІА. С. 172–180.
- Семкин Б.И., Комарова Т.А. 1985. *Использование мер включения при изучении вторичных сукцессий (на примере послепожарных сообществ Сихотэ-Алиня)*. *Бот. журн.* 70(1): 89–97.
- Толмачев А.И. 1974. *Введение в географию растений*. Л.: Изд-во ЛГУ. 124 с.
- Топачевський О.В., Оксіюк О.П. 1960. Діатомові водорості – *Bacillariophyta* (Diatomeae). В кн.: *Визначник прісноводних водоростей Української РСР*. Київ: Наук. думка. 411 с.
- Федий В.А. 1948. Фитобентос реки Ворсклы. *Вестн. Днепропетр. науч.-исслед. ин-та гидробиологии*. 8: 161–163.
- Федий В.А. 1950. *Альгофлора реки Ворсклы*: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Днепропетровск. 19 с.
- Федий В.А. 1960. Альгофлора реки Ворсклы. *Вестн. Днепропетр. НИИ гидробиологии*. 12: 59–78.
- Щербак В.И. 1996. Первичная продукция водорослей Днепра и его водохранилищ. *Гидробиол. журн.* 32(6): 3–15.
- Щербак В.И. 1997. Сукцессии и основные этапы формирования фитопланктона Кременчугского водохранилища. *Гидробиол. журн.* 33(6): 15–20.

- Щербатюк М.М., Бриков В.О., Мартин Г.Г. 2015. Підготовка зразків рослинних тканин для електронної мікроскопії (теоретичні та практичні аспекти): методичний посіб. Київ: Талком. 62 с.
- Шкорбатов Л.А. 1926. Озеро Лебедин Харьковской губернии и его микрофлора. В кн.: Дневник Всесоюзного съезда ботаников в Москве. Москва. С. 183–185.
- Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. 2009. Vol. 2 *Bacillariophyta*. Eds P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G. 413 p.
- Cocquyt C., Van de Vijver B. 2018. The transfer of *Surirella kerguelensis* to *Iconella* (*Bacillariophyceae*). *Not. Algarum*. 57: 1–2.
- Cox E.J. 2015. Diatoms, *Diatomeae* (*Bacillariophyceae* s.l., *Bacillariophyta*). In: *Syllabus of plant families. Adolf engler's syllabus of plant families*. Ed. 13. Stuttgart: Borntraeger. Pp. 64–103.
- Jahn R., Kusber W.-H., Cocquyt C. 2017. Differentiating *Iconella* from *Surirella* (*Bacillariophyceae*): typifying four Ehrenberg names and a preliminary checklist of the African taxa. *PhytoKeys*. 82: 73–112. <http://dx.doi.org/10.3897/phytokeys.82.13542>
- Jahn R., Kusber W.-F., Skibbe O., Zimmermann J., Van A.T., Buczkó K., Abarca N. 2019. *Gomphonella olivacea* (*Bacillariophyceae*) – a new phylogenetic position for a well-known taxon, its typification, new species and combinations. *Plant Ecol. and Evol.* 152 (2): 219–247. <https://doi.org/10.5091/plecevo.2019.1603>
- Kapustin D., Kulikovskiy M. 2018. Transfer of *Stenopterobia* and *Surirella* taxa (*Bacillariophyceae*) described from the insular Southeast Asia to the genus *Iconella*. *Nova Hedw. Beih.* 147: 237–245. <http://doi.org/10.1127/nova-suppl/2018/019>
- Krammer K. 1997a. Die cymbelloiden Diatomeen. Eine monographie der weltweit bekannten taxa. Teil 1. Allgemeins und *Encyonema* part. In: *Bibliotheca diatomologica*. Bd 36. Berlin, Stuttgart: J. Cramer. 382 p.
- Krammer K. 1997b. Die cymbelloiden Diatomeen. Eine monographie der weltweit bekannten taxa. Teil 2. *Encyonema* pt., *Encyonopsis* und *Cymbellopsis*. In: *Bibliotheca diatomologica*. Bd 37. Berlin, Stuttgart: J. Cramer. 469 p.
- Krammer K. 2000. The Genus *Pinnularia*. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 1. Königstein: A.R.G. Gantner Verlag. 703 p.
- Krammer K. 2002. *Cymbella*. In: *Diatoms of Europe*. Vol.3. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G. 584 p.
- Krammer K. 2003. *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 4. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G. 530 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. *Bacillariophyceae*. 1 Teil: *Naviculaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag. 876 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1989. *Bacillariophyceae*. 2 Teil: *Bacillariaceae*, *Epithemiaceae*, *Surirellaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 569 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991a. *Bacillariophyceae*. 3 Teil: *Centrales*, *Fragilariaceae*, *Eunotiaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 600 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991b. *Bacillariophyceae*. 4 Teil: *Achnanthaceae* Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (*Lineolatae*) und *Gomphonema*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 437 p.
- Kryvosheia O.N., Kapustin D.A. 2019a. Diatoms (*Bacillariophyta*, *Bacillariophyceae*) of the Nyzhniosulsky National Nature Park (Ukraine). *Int. J. Algae*. 21(3): 235–252. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v21.i3.40>

- Kryvosheia O.N., Kapustin D.O. 2019b. New and noteworthy diatoms from the water bodies of Nyzhniosulsky National Nature Park (the Poltava Plain Algofloristic District). *Ukr. Bot. J.* 76(6): 554–559. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj76.06.554>
- Kulikovskiy M., Maltsev Y., Andreeva S., Glushchenko A., Gusev E., Podunay Y., Ludwig T.V., Tusset E., Kociolek J.P. 2019. Description of a new diatom genus *Dorofeyukea* gen. nov. with remarks on phylogeny of the family *Stauroneidaceae*. *J. Phycol.* 55(1): 173–185. <https://doi.org/10.1111/jpy.12810>
- Lange-Bertalot H. 1993. 85 Neue taxa und uber 100 weitere neu definierte taxa erganzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa. In: *Bibliotheca Diatomologica*. Bd 27. Berlin, Stuttgart: J. Cramer. 454 p.
- Lange-Bertalot H. 2001. *Navicula* sensu stricto. 10 Genera separated from *Navicula* sensu lato *Frustulia*. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 2. Ruggell: Gantner Verlag K.-G. 526 p.
- Lange-Bertalot H. 2011. *Eunotia* and some related genera. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 6. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G. 536 p.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M. 2011. *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. Ruggell: Gantner Verlag K.-G. 908 p.
- Levkov Z. 2009. *Amphora* sensu lato. In: *Diatoms of Europe*. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G. Vol. 5. 916 p.
- Levkov Z., Metzeltin D., Pavlov A. 2013. *Luticola* and *Luticolopsis*. In: *Diatoms of Europe*. Koenigstein: Koeltz Sci. Books. Vol. 7. 698 p.
- Levkov Z., Mitic-Kopanja D., Reichardt E. 2016. The diatom genus *Gomphonema* in the Republic of Macedonia. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 8. Koenigstein: Koeltz Sci. Books. 552 p.
- Levkov Z., Krstic S., Metzeltin D., Nakov T. 2007. Diatoms of lakes Prespa and Ohrid. In: *Iconographia Diatomologica*. Vol. 16. Ruggell: Gantner Verlag K.-G. 611 p.
- Medlin L.K., Desdevises Y. 2016. Phylogeny of 'ARAPHID' diatoms inferred from SSU & LSU *rDNA*, RBCL & PSBA sequences. *Vie et Milieu*. 66 (2): 129–154.
- Palamar-Mordvintseva G.M., Tsarenko P.M. 2015. Algofloristic zoning of Ukraine. *Int. J. Algae*. 25(4): 303–328. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v17.i4.10>
- Potapova M.G., Minerovic A.D., Veselá J., Smith C.R. 2020. *Diatom new taxon file at the Academy of Natural Sciences (DNTF-ANS)*, Philadelphia. <http://dh.ansp.org/dntf>
- Przygiel J., Coste M. 2000. *Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Diatomées*. Bordeaux: Agences de l'Eau Cemagref. 134 p.
- Reichardt E. 1999. Zur Revision der Gattung *Gomphonema*. Die Arten um *G. affine/insigne*, *G. angustatum/micropus*, *G. acuminatum* sowie gomphonemoide Diatomeen aus dem Oberoligozän in Böhmen. In: *Iconographia Diatomologica*. Vol. 8. Ruggell (Liechtenstein): Gantner Verlag K.-G., 203 p.
- Reichardt E. 2018. *Die Diatomeen im Gebiet der Stadt Treuchtlingen*. Munich: Bayer. Bot. Ges. 1184 p.
- Ruck E.C., Nakov T., Alverson A.J., Theriot E.C. 2016a. Phylogeny, ecology, morphological evolution, and reclassification of the diatom orders *Surirellales* and *Rhopalodiales*. *Molecular Phylogen. and Evol.* 103: 155–171. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2016.07.023>
- Ruck E.C., Nakov T., Alverson A.J., Theriot E.C. 2016b. Nomenclatural transfers associated with the phylogenetic reclassification of the *Surirellales* and *Rhopalodiales*. *Not. Algar.* 10: 1–4.
- Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. 1990. *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 747 p.

- Spaulding S.A., Bishop I.W., Edlund M.B., Lee S., Furey P., Jovanovska E., Potapova M. 2019. In: *Diatoms of North America*. <https://diatoms.org>
- Van de Vijver B., Beyens L., Lange-Bertalot H. 2004. The Genus *Stauroneis* in the Arctic and (Sub-) Antarctic Regions. In: *Bibliotheca Diatomologica*. Bd 51. Berlin, Stuttgart: J. Cramer. 317 p.
- Wojtal A.Z. 2013. Species composition and distribution of diatom assemblages in spring waters from various geological formations in southern Poland. In: *Bibliotheca Diatomologica*. Bd 59. Berlin, Stuttgart: J. Cramer. 436 p.

Подписала в печать О.Н. Виноградова

REFERENCES

- Aleksenko M.A. 1891–1892. Diatomaceae of surrounding areas of the Poltava city. *Trudy Obshchestva ispytateley prirody pri Imperatorskom Kharkov. univ.* 26: 45–65.
- Aleksenko M.A. 1892–1893. To the algae flora of Lebedinsky and partly Sumy districts of the Kharkiv province. *Trudy Obshchestva ispytateley prirody pri Imperatorskom Kharkov. univ.* 10: 15–27.
- Aleksenko M.A. 1893–1894. Algae flora of the flooded areas and peat bogs. *Trudy Obshchestva ispytateley prirody pri Imperatorskom Kharkov. univ.* 26: 45–65; 27: 58–119.
- Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography.* 2009. *Bacillariophyta*. Vol. 2. Eds P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G. 413 p.
- Aqualandscape and biological diversity of the "Nyzhniosulskyi" National Natural Park, Ukraine.* 2014. Ed. V.I. Shcherbak. Kiev: Phytosociocentre. 266 p. [Rus.]
- Barinova S.S., Medvedeva L.A., Anisimova O.V. 2006. *Algal Biodiversity of Environmental Indicators*. Tel-Aviv: PiliesStud. 498 p. [Rus.]
- Barinova S.S., Bilous, O.P., Tsarenko, P.M. 2019. *Algal indication of water bodies in Ukraine: methods and perspectives*. Haifa, Kiev: Univ. Haifa Publ. 367 p. [Rus.]
- Cocquyt C., Van de Vijver B. 2018. The transfer of *Surirella kerguelensis* to *Iconella* (*Bacillariophyceae*). *Not. Algarum.* 57: 1–2.
- Cox E.J. 2015. In: *Syllabus of Plant Families. Adolf Engler's Syllabus of Plant Families*. Ed. 13. Stuttgart: Borntraeger. Pp. 64–103.
- Dogadina T.V., Vovchenko L.A. 1977. Sanitary and biological characteristics of the Vorskla river near the Poltava city. *Vestnik KhGU.* 158(3): 154–161.
- Dogadina T.V., Girbulin O.S., Cherednichenko L.P. 1995. Algae of Lake Lebedin (Ukraine). *Algologia.* 5(4): 432–439.
- Fedii V.A. 1948. Phytobenthos of the Vorskla River. *Vestnik Dnepropetr. nauch.-issled. inst. hidrobiol.* 8: 161–163.
- Fedii V.A. 1950. *Algoflora of the Vorskla River*: PhD (Biol.). Abstract. Dnepropetrovsk. 19 p. [Rus.]
- Fedii V.A. 1960. Algoflora of the Vorskla River. *Vestnik Dnepropetr. nauch.-issled. inst. hidrobiol.* 12: 59–78.
- Gaukhman Z.S. 1959. Phytoplankton and phytobenthos of the Psel River and its reservoir. *Nauch. doklady vysshey shkoly. Biolog. nauki.* 1: 84–87.

- Gaukhman Z.S. 1960. Phytoplankton and phytobenthos of the middle course of the Dnipro River and its accessory system. *Vestnik Dnepropetr. nauch.-issled. inst. hidrobiol.* 12: 37–58.
- Gaukhman Z.S. 1969. On the formation of microphytobenthos of the Dneprodzerzhinsky reservoir. *Gidrobiol. J.* 5(1): 47–51.
- Jahn R., Kusber W.-H., Cocquyt C. 2017. Differentiating *Iconella* from *Surirella* (*Bacillariophyceae*): typifying four Ehrenberg names and a preliminary checklist of the African taxa. *PhytoKeys*. 82: 73–112. <http://dx.doi.org/10.3897/phytokeys.82.13542>
- Jahn R., Kusber W.-F., Skibbe O., Zimmermann J., Van A.T., Buczkó K., Abarca N. 2019. *Gomphonella olivacea* (*Bacillariophyceae*) – a new phylogenetic position for a well-known taxon, its typification, new species and combinations. *Plant Ecol. and Evol.* 152(2): 219–247. <https://doi.org/10.5091/plecevo.2019.1603>
- Kapustin D., Kulikovskiy M. 2018. Transfer of *Stenopterobia* and *Surirella* taxa (*Bacillariophyceae*) described from the insular Southeast Asia to the genus *Iconella*. *Nova Hedw. Beih.* 147: 237–245. <http://dx.doi.org/10.1127/nova-suppl/2018/019>
- Klochenko P.D., Ivanova I. Yu. 2009. Peculiarities of the species diversity of phytoplankton of the Dnieper River tributaries. *Algologia*. 19(4): 362–379.
- Konenko A.D., Pidhayko M.L., Radzymovskiy D.O. 1965. *Ponds of the forest-steppe, steppe and mountain regions of Ukraine*. Kyiv: Naukova Dumka. 260 p. [Ukr.]
- Krainiukova A.M., Myronenko V.T. 1977. In: *Materialy VI zyzdu UBT*. Kyiv: Naukova Dumka. Pp. 171–172. [Ukr.]
- Krammer K. 1997a. In: *Bibliotheca diatomologica*. Bd 36. Berlin, Stuttgart: J. Cramer. 382 p.
- Krammer K. 1997b. In: *Bibliotheca diatomologica*. Bd 37. Berlin, Stuttgart: J. Cramer. 469 p.
- Krammer K. 2000. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 1. Königstein: A.R.G. Gantner Verlag. 703 p.
- Krammer K. 2002. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 3. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G. 584 p.
- Krammer K. 2003. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 4. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G. 530 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag. 876 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1989. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 569 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991a. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 600 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991b. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 437 p.
- Kryvosheia O.M. 2017. Periphytic diatoms (*Bacillariophyta*) of water bodies of the National Nature Park «Pyriatynsky». *Chornomor. Bot. J.* 13(2): 204–214. <https://doi.org/10.14255/2308-9628/17.132/7>
- Kryvosheia O.M., Kapustin D.A. 2019a. Diatoms (*Bacillariophyta*, *Bacillariophyceae*) of the Nyzhniosulsky National Nature Park (Ukraine). *Int. J. Algae*. 21(3): 235–252. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v21.i3.40>
- Kryvosheia O.M., Kapustin D.O. 2019b. New and noteworthy diatoms from the water bodies of Nyzhniosulsky National Nature Park (the Poltava Plain Algofloristic District). *Ukr. Bot. J.* 76(6): 554–559. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj76.06.554>
- Kryvosheia O.N., Kryvenda A.A. 2015. New and rare species of *Bacillariophyta* from the basins of the Regional Landscape Park “Nyzhnyovorsklyansky” (Ukraine). *Algologia*. 25(3): 306–322. <https://doi.org/10.15407/alg25.03.306>

- Kulikovskiy M.S., Glushchenko A.M., Genkal S.I., Kuznetsova I.V. 2016. *Identification book of diatoms from Russia*. Yaroslavl: Filigran. 804 p. [Rus.]
- Kulikovskiy M., Maltsev Y., Andreeva S., Glushchenko A., Gusev E., Podunay Y., Ludwig T.V., Tusset E., Kociolek J.P. 2019. Description of a new diatom genus *Dorofeyukea* gen. nov. with remarks on phylogeny of the family *Stauroneidaceae*. *J. Phycol.* 55(1): 173–185. <https://doi.org/10.1111/jpy.12810>
- Lange-Bertalot H. 1993. In: *Bibliotheca Diatomologica*. Bd 27. Berlin, Stuttgart: J. Cramer. 454 p.
- Lange-Bertalot H. 2001. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 2. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G. 526 p.
- Lange-Bertalot H. 2011. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 6. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G. 536 p.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M. 2011. *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G. 908 p.
- Levkov Z. 2009. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 5. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G. 916 p.
- Levkov Z., Metzeltin D., Pavlov A. 2013. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 7. Koenigstein: Koeltz Sci. Books. 698 p.
- Levkov Z., Mitic-Kopanja D., Reichardt E. 2016. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 8. Koenigstein: Koeltz Sci. Books. 552 p.
- Levkov Z., Krstic S., Metzeltin D., Nakov T. 2007. In: *Iconographia Diatomologica*. Vol. 16. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G. 611 p.
- Lubyanov I.P. 1961. In: *Small ponds of the flat regions of the USSR and their use*. Moscow, Leningrad: Acad. Sci USSR Publ. Pp. 282–288. [Rus.]
- Lytvynova M.A. 1967. Seasonal dynamics of phytoplankton of the main bays of the Kremenchuk reservoir. *Gidrobiol. J.* 34(4): 32–38.
- Lytvynova M.A. 1972. *Phytoplankton of the Kremenchuk Reservoir*: PhD (Biol.). Abstract. Kiev. 22 p. [Rus.]
- Medlin L.K., Desdevises Y. 2016. Phylogeny of 'ARAPHID' diatoms inferred from SSU & LSU rDNA, RBCL & PSBA sequences. *Vie et Milieu*. 66(2): 129–154.
- Molchanova S.A. 2001. In: *Proc. XI UBT Congress* (Kharkiv, 25–27 Sept., 2001). Kharkiv. Pp. 250–251. [Ukr.]
- National Atlas of Ukraine*. 2007. Ed. L.G. Rudenko. Kyiv: Cartographia. 435 p. [Ukr.]
- Odum Yu. 1986. *Ecology*. Translat. with English. Vol. 2. Moscow: Mir. 376 p. [Rus.]
- Oksiyuk O.P. 1961. Diatom analysis of the deposits of Gyrlove swamp Poltava regions. *Visnyk Kyiv. Univ. Ser. Biologia*. 4(2): 3–5. [Ukr.]
- Palamar-Mordvintseva G.M., Tsarenko P.M. 2015. Algofloristic zoning of Ukraine. *Int. J. Algae*. 25(4): 303–328. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v17.i4.10>
- Plutenko I. 1871. Materials for the algae flora of the Poltava province. *Zapiski Kiev. obshchestva estestvoispytateley*. 2(1): 97–109.
- Potapova M.G., Minerovic A.D., Veselá J., Smith C.R. 2020. *Diatom new taxon file at the Academy of Natural Sciences (DNTF-ANS)*. Philadelphia. <http://dh.ansp.org/dntf>
- Prýgiel J., Coste M. 2000. *Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Diatomées*. Bordeaux: Agences de l'Eau Cemagref. 134 p.
- Pshechenko A.I. 1948. Phytoplankton of the Vorskla River. *Vestnik Dnepropetr. nauch.-issled. inst. hidrobiol.* 8: 53–61.
- Pugach V.I. 1979. Primary plankton production and destruction of organic substrate in shallow waters of Kremenchuk reservoir. *Gidrobiol. J.* 15(1): 11–17.

- Pugach V.I., Zhuravlyova L.A. 1980. Factors determining phytoplankton development in shallow waters of the Kremenchuk reservoir. *Gidrobiol. J.* 16(5): 31–37.
- Raida O.V. 2013. *Algae of the water bodies of Nizhniovorskiyskiy Regional Landscape Park (Ukraine)*: PhD (Biol.). Abstract. Kyiv. 21 p. [Ukr.]
- Reichardt E. 1999. In: *Iconographia Diatomologica*. Vol. 8. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G., Liechtenstein. 203 p.
- Reichardt E. 2018. *Die Diatomeen im Gebiet der Stadt Treuchtlingen*. Munich: Bayer. Bot. Ges. 1184 p.
- Ruck E.C., Nakov T., Alverson A.J., Theriot E.C. 2016a. Phylogeny, ecology, morphological evolution, and reclassification of the diatom orders *Surirellales* and *Rhopalodiales*. *Mol. Phylogen. and Evol.* 103: 155–171. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2016.07.023>
- Ruck E.C., Nakov T., Alverson A.J., Theriot E.C. 2016b. Nomenclatural transfers associated with the phylogenetic reclassification of the *Surirellales* and *Rhopalodiales*. *Not. Algarum.* 10: 1–4.
- Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. 1990. *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 747 p.
- Semeniuk N.Ye. 2014. In: *Intehrovane upravlinnya vodnymi resursamy*. Vol. 2. Kyiv: DIA. Pp. 172–180. [Ukr.]
- Semkin V.I., Komarova T.A. The use of inclusion measures in the studies of secondary successions (as exemplified by the post-fire communities of southern sikhote-alin). *Bot. J.* 70(1): 89–97.
- Shcherbak V.I. 1996. Primary production of algae of the Dniro River and its reservoirs. *Gidrobiol. J.* 32(6): 3–15.
- Shcherbak V.I. 1997. Successions and the main stages in the formation of phytoplankton of the Kremenchuk reservoir. *Gidrobiol. J.* 33(6): 15–20.
- Shcherbatiuk M.M., Brykov V.O., Martyn G.G. 2015. *The preparation of plant tissues for electron microscopy (theoretical and practical aspects): methodical manual*. Kyiv: Talkom. 62 p. [Ukr.]
- Shkorbatov L.A. 1926. In: *Diary of the all-union Congress of botanists in Moscow*. Moscow. Pp. 183–185. [Rus.]
- Spaulding S.A., Bishop I.W., Edlund M.B., Lee S., Furey P., Jovanovska E., Potapova M. 2019. *Diatoms of North America*. <https://diatoms.org>
- Tolmachev A.I. 1974. *Introduction to Plant Geography*. Leningrad: Leningrad. Univ. Publ. 124 p. [Rus.]
- Topachevskiy O.V., Oksiyuk O.P. 1960. *Identification manual of freshwater algae of the Ukrainian SSR*. Kyiv: Naukova Dumka. 411 p. [Ukr.]
- Van de Vijver B., Beyens L., Lange-Bertalot H. 2004. In: *Bibliotheca Diatomologica*. Bd 51. Berlin, Stuttgart: J. Cramer. 317 p.
- Vinarchuk O.A., Khilchevskiy V.K. 2010. Conditions of water chemical composition formation and research of hydrochemical regime of left bank forest-steppe zone rivers. *Hidrolohiia, Hidrokhiimiia i Hidroekolohiia*. 18: 219–230.
- Vodorosli: Spravochnik*. 1989. Eds S.P. Wasser. Kiev: Naukova Dumka. 608 p. [Rus.]
- Wojtal A.Z. 2013. In: *Bibliotheca Diatomologica*. Bd 59. Berlin, Stuttgart: J. Cramer. 436 p.
- Yevdushchenko O.V. 1974. In: *Problemy malykh richok Ukrainy*. Kyiv: Naukova Dumka. Pp. 48–50. [Ukr.]

Kryvosheia O.N.

N.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine,
2, Tereshchenkovskaya Str., Kiev 01004, Ukraine

Diatoms of the Poltava-plain algofloristic district water bodies (Ukraine)

This paper presents the results of the *Bacillariophyta* species diversity study in water bodies of the Poltava-plain algofloristic region (PPAR). Samples were collected according to the conventional technique and cleaned using concentrated H₂O₂. Diatoms were investigated by means of light and scanning electron microscopy. As a result of the study, 601 species (629 infraspecific taxa, 151 ist) of diatoms were revealed. They belong to 4 classes, 17 orders, 38 families and 87 genera. Among them 195 taxa are first cited for the flora of Ukraine. The data obtained increased by 58.6% the list of taxa known to PPAR. The total number of species found in the studied region (taking into account the literature data) is 705 (756 ist). It comprised 58.7% of the diatoms found in the continental reservoirs of Ukraine. Class *Bacillariophyceae* (87.4% of the total) leads in species diversity, *Fragilariophyceae* (8.8%), *Mediophyceae* (2.5%) and *Coscinodiscophyceae* (1.3%) were much poorer. Among families, *Gomphonemataceae*, *Bacillariaceae*, *Cymbellaceae*, *Naviculaceae*, *Pinnulariaceae*, *Stauroneidaceae*, *Surirellaceae*, *Sellaphoraceae*, *Catenulaceae*, *Achnanthesiaceae*, *Fragilariaceae*, *Staurosiraceae*, *Diadesmidaceae*, *Eunotiaceae* and *Stephanodiscaceae* were the richest in species. The group of leading genera include *Gomphonema* (C.Agardh) Ehrenberg, *Navicula* Bory, *Nitzschia* Hassall, *Pinnularia* Ehrenberg, *Sellaphora* Mereschkowsky, *Amphora* Ehrenberg, *Caloneis* Cleve, *Cymbella* C.Agardh, *Stauroneis* Ehrenberg, *Placoneis* Mereschkowsky, *Planothidium* Round & Bukhtiyarova, *Eunotia* Ehrenberg, *Luticola* D.G.Mann, *Tryblionella* W.Smith, *Surirella* Turpin, *Fragilaria* Lyngbye, *Encyonema* Kützing, *Diploneis* (Ehrenberg) Cleve, *Hipodonta* Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski and *Epithemia* Brébisson. The ratio of the number of diatom taxa in studied water bodies of PPAR is 1 : 2.6 : 17.6. The distribution of the identified species diversity between different types of water bodies was uneven ranging from 583 species (611 ist) in rivers to 169 species in natural ponds. Comparison of the lists of species of different types of PPAR reservoirs using the coefficient of similarity-inclusion measures showed that the species composition of the swamps, artificial and natural ponds is included in the species composition of rivers; diatoms of natural and artificial form a similarity group with swamps.

Key words: Poltava-plain algofloristic district, *Bacillariophyta*, diatom species, types of the water bodies