

УДК 582.232 [285.31]

*П. Д. Клоченко, Т. Ф. Шевченко, Г. Г. Лилицкая*

**БИОИНДИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
ВОДОЕМОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО  
ПАРКА «ГОЛОСЕЕВСКИЙ»**

Биоиндикационные характеристики водорослей использованы при оценке экологического состояния 12 прудов г. Киева, расположенных на территории Национального природного парка «Голосеевский». Результаты экологического анализа показали, что в исследованных водоемах наибольшим количеством видов представлены планктонно-бентосные и планктонные организмы, обитатели медленно текущих и умеренно теплых вод, а также индифференты по отношению к pH и солёности воды. Среди индикаторов типа питания преобладали автотрофы, развивающиеся при повышенной концентрации азотсодержащих органических соединений, среди индикаторов органического загрязнения —  $\beta$ -мезосапробионты и эврисапробы, а среди индикаторов трофического уровня — эвтрофные организмы. Установлено, что Ореховатские пруды характеризуются более высоким уровнем загрязнения органическими веществами и биогенными элементами.

*Ключевые слова:* водоросли, экологические характеристики, биоиндикация, пруды, Киев.

В последнее время особую актуальность приобретает вопрос изучения и сохранения биологического разнообразия на наиболее трансформированных человеком территориях, среди которых особое положение занимают урбанизированные ландшафты. Необходимость такого рода исследований обусловлена быстрым ростом городского населения и площадью урбанизированных территорий, а также интенсивным воздействием антропогенных факторов на состояние биоты. В первую очередь это касается гидробиоценозов малых водоемов, расположенных в пределах крупных городов. Несмотря на то, что изучению альгофлоры водоемов урбанизированных территорий, в частности г. Киева, посвящен целый ряд работ [17, 19, 21, 22, 24, 25, 30], ответные реакции водорослей и их сообществ на различного рода загрязнения остаются мало изученными.

Национальный природный парк (НПП) «Голосеевский» — единственный национальный парк в Украине, который находится в пределах мегаполиса. Неотъемлемой частью парка является крупнейший зеленый массив г. Киева — Голосеевский лес, с его многочисленными прудами, ручьями и целебными источниками. Характер размещения, специфика использования и общая антропогенная нагрузка на экосистему Голосеевского леса диктуют

© П. Д. Клоченко, Т. Ф. Шевченко, Г. Г. Лилицкая, 2018

необходимость мониторинга экологического состояния водных объектов парка как компонентов окружающей среды.

В странах Европейского сообщества основное внимание уделяется биологическому контролю состояния водной среды, основанному на биоиндикации — характеристике свойств и оценке состояния водных объектов по индикаторным видам и сообществам гидробионтов. В настоящее время при проведении гидробиологических исследований украинские ученые идут по пути адаптации к международным стандартам и принципам Водной рамочной директивы [1, 15]. Например, метод биоиндикации использовали при оценке экологического состояния водоема-охладителя Чернобыльской атомной электростанции [27], р. Южный Буг [12—14], Киевского водохранилища [23], Славянских соленых озер [4] и других водоемов [11, 31].

Учитывая то, что фитопланктон весьма чувствителен к конкретному типу антропогенного воздействия (эвтрофирование, термофикация, ацидификация, засоление и др.), цель настоящей работы состояла в изучении экологического состояния прудов НПП «Голосеевский» на основе индикаторных характеристик планктонных водорослей.

**Материал и методика исследований.** Объектом исследований служили Ореховатские (на р. Ореховатке), Китаевские (на Китаевском ручье) и Дидоровские (на Дидоровском ручье) пруды, расположенные в северной части парка и представляющие собой каскады из четырех сообщающихся искусственно созданных водоемов общей площадью, соответственно, 5,0, 4,3 и 10,3 га. Глубина прудов в центральной части колеблется от 0,5—1,0 до 2,5—3,0 м.

Работа основывается на данных о видовом составе фитопланктона, полученных нами за период с 2004 по 2010 г. [6, 7, 18]. Экологические характеристики водорослей-индикаторов приведены согласно [2, 16, 32, 33]. О принадлежности водорослей к определенной экологической группе судили также по работам [20, 26, 28, 29]. Перманганатную и бихроматную окисляемость, а также содержание неорганических соединений азота и фосфора определяли общепринятыми методами [9]. Величину рН воды устанавливали с помощью иономера ЭВ-74.

### *Результаты исследований и их обсуждение*

Всего в толще воды прудов НПП «Голосеевский» обнаружено 272 вида водорослей, представленных 284 внутривидовыми таксонами (включая те, которые содержат номенклатурный тип вида) из 9 отделов, 15 классов, 35 порядков, 63 семейств и 131 рода [18]. Фитопланктон Дидоровских прудов включал 167 видов и внутривидовых таксонов, Ореховатских — 154 и Китаевских — 101 вид и внутривидовой таксон. Во всех трех системах прудов наиболее разнообразно представлены Chlorophyta (40,7—48,6%) и Bacillariophyta (14,1—24,1%). В прудах Дидоровского урочища третье и четвертое места занимали представители Cyanoprokaryota (11,6%) и Euglenophyta (9,8%), тогда как в Китаевских и Ореховатских прудах третье место принадлежало Euglenophyta (14,5 и 7,6 %), а четвертое — Cyanoprokaryota (7,5 и

6,9%). Вклад водорослей других отделов в общее количество видов составлял 13,3—17,5%.

В состав ведущих семейств обследованных прудов Голосеевского леса наиболее часто входили Scenedesmaceae, Euglenaceae, Selenastraceae и Chlorellaceae, а в число ведущих родов — *Desmodesmus* (Chod.) An, Friedl et E. Hegew., *Euglena* Ehrenb., *Oscillatoria* Vaucher et Gomont, *Anabaena* Bory de Saint-Vincent et Flahault и *Trachelomonas* Ehrenb.

Несмотря на определенное сходство таксономической структуры фитопланктона разных прудов НПП «Голосеевский», его видовой состав довольно сильно различался (коэффициент флористической общности Серенсена составлял 31,2—47,9%). Установлены отличия и в составе доминирующих видов. Так, в Ореховатских прудах доминировали *Peridiniopsis quadridens* (F. Stein) Bourg., *Stephanodiscus hantzschii* Grunow, *Pandorina morum* (O.F. Müll.) Bory, а также виды родов *Cryptomonas* Ehrenb. emend. Hill и *Euglena* Ehrenb., в Китаевских — *Peridiniopsis quadridens* и *Stephanodiscus hantzschii*, а в Дидоровских — *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz. и *M. wesenbergii* (Komárek) in Kondratyeva.

Проведенный биоиндикационный анализ показал, что среди обнаруженных организмов 232 вида (81,7% общего количества) являются индикаторами условий окружающей среды, а именно: местообитания — 227 видов, проточности и насыщения воды кислородом — 158, температурного режима — 42, активной реакции среды — 81, солености воды — 141, типа питания и отношения к концентрации азотсодержащих органических соединений — 33, трофического статуса водоемов — 35, органического загрязнения — 206 видов (по Р. Пантле и Г. Бук) и 38 видов (по Т. Ватанабе).

В исследованных прудах по приуроченности к местообитанию преобладали планктонно-бентосные организмы (*Micractinium pusillum* Fresen, *Monoraphidium griffithii* (Berk.) Komárek-Legn., *M. irregulare* (G. Sm.) Komárek-Legn., *Oocystis lacustris* Chodat, *Pediastrum tetras* (Ehrenb.) Ralfs и др.). Их вклад в общее количество видов — индикаторов местообитания составлял 45,2—46,6%. Высокой (37,6—39,3%) была и доля планктонных организмов (*Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Bréb., *Aphanizomenon flos-aquae*, *Pandorina morum*, *Eudorina elegans* Ehrenb., *Astreionella formosa* Hassal др.). Вклад бентосных организмов составлял 14,5—17,2% (рис. 1). Преобладание планктонно-бентосных видов, очевидно, объясняется тем, что обследованные пруды являются мелководными водоемами.

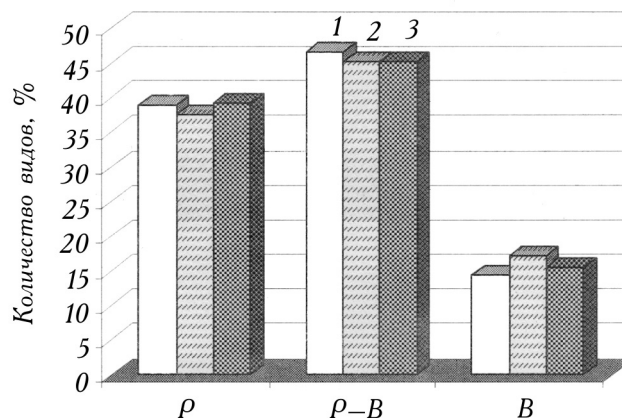
Представители медленно текущих вод (*Actinastrum hantzschii* Lagerh., *Coelastrum microporum* Nägeli, *Crucigenia tetrapedia* (Kirhn.) West et G.S. West, *Desmodesmus communis* (E. Hegew.) E. Hegew. и др.) значительно преобладали среди видов — индикаторов текущих вод и насыщения воды кислородом (79,6—83,0%). На долю индикаторов стоячих вод приходилось 17,0—20,4%, а индикаторы быстро текущих вод вообще не были обнаружены (рис. 2).

Среди водорослей — индикаторов температурного режима преобладали представители умеренно теплых вод — *Aulacoseira granulata* (Ehrenb.) Si-

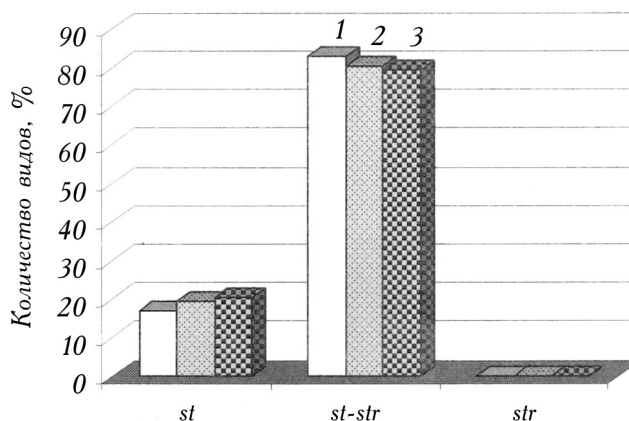
monsen, *Stephanodiscus hantzschii*, *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Sm. и др. (46,4—50,0%). Существенный вклад (34,6—41,2%) вносили и эвритермные организмы (*Euglena acus* Ehrenb., *Euglena gracilis* G.A. Klebs, *Trachelomonas hispida* (Perty) F. Stein emend. Deflandre, *Trachelomonas volvocina* Ehrenb., *Trachelomonas planctonica* Svirenko и др.). В небольшом количестве встречались также холодолюбивые (5,9—14,3%) и теплолюбивые организмы (3,6—5,9%) (рис. 3). Следует отметить, что в период исследований температура воды изменялась от 0 до 25,5°C. Ее максимальные значения отмечены в Китаевских прудах, где вклад представителей умеренно теплых вод был наивысшим (50,0%).

Среди видов — индикаторов рН среды наибольшим количеством (46,3—63,4%) представлены индифференты (*Coelastrum microporum*, *Dictyosphaerium pulchellum*

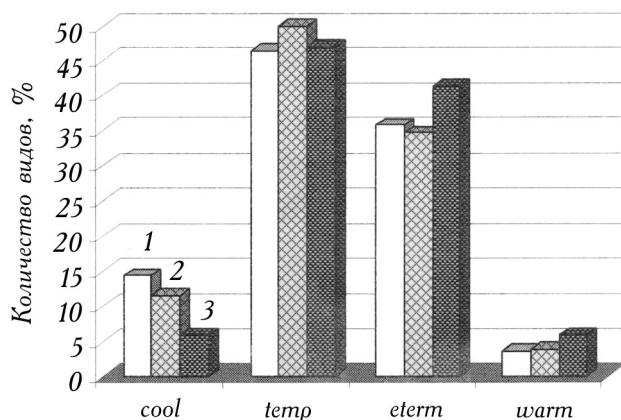
Wood, *Pediastrum duplex* Мейен и др.). Важную роль играли и алкалифилы (*Astreionella formosa*, *Melosira varians* С. Agardh, *Navicula cryptocephala* Kütz. и др.) — 26,8—34,2%. Вклад ацидофилов составлял 4,9—12,2%, а алкалибионтов — 4,1—7,3% (рис. 4). В период исследований величина рН изменялась в пределах 6,8—9,1 [6, 7, 10]. Летом в системе Ореховатских прудов средние значения рН составляли 8,2, в Китаевских — 8,6, в Дидоровских — 7,8. Обращает на себя внимание тот факт, что в системе Китаевских прудов, при



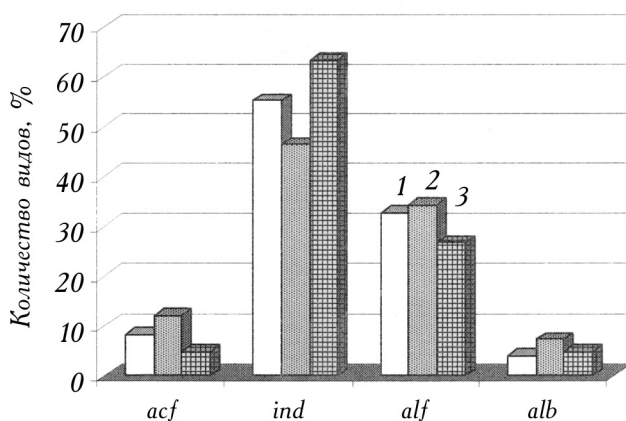
1. Распределение видов водорослей по их приуроченности к местообитанию: P — планктонные; P-B — планктонно-бентосные; B — бентосные. Здесь и на рис. 2—9: 1 — Ореховатские; 2 — Китаевские; 3 — Дидоровские пруды.



2. Распределение водорослей — индикаторов проточности и насыщения воды кислородом: st — стоячих с низким насыщением кислородом; st-str — медленно текущих со средней насыщенностью кислородом; str — быстро текущих вод с высокой насыщенностью кислородом.



3. Распределение водорослей — индикаторов температурного режима: cool — холодолюбивые; temp — обитатели умеренно теплых вод; eterm — эвритермные; warm — теплолюбивые.



4. Распределение водорослей — индикаторов pH воды: acf — ацидофилы; ind — индифференты; alf — алкалофилы; alb — алкалобионты.

более высоких средних значениях pH воды в летний период, доля алкалофилов была выше (34,2%), а вклад индифферентов ниже (46,3%), чем в других системах прудов.

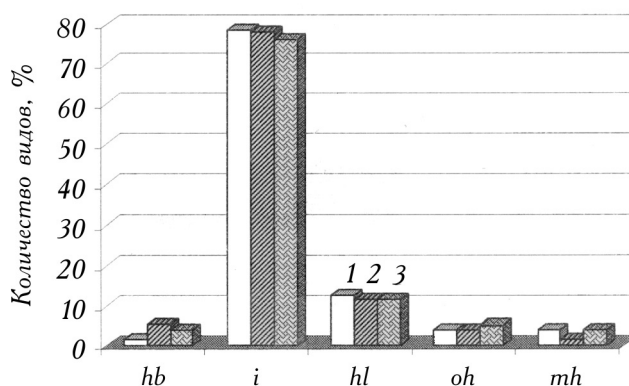
Преобладающей группой среди индикаторов солености воды были индифференты (*Koliella longiseta* (Visch.) Hindak, *Oocystis borgei* Snow, *Pediatrum duplex* и др.), доля которых составляла (75,9—78,5%). Вклад галофилов (11,4—12,6%), галофобов (1,3—5,2%), олигогалофов (3,8—5,1%) и мезогалофов (1,3—3,8%) был значительно ниже (рис. 5). Важно подчеркнуть, что доминирование индифферентов является характерной чертой пресных водоемов.

Среди индикаторов трофического уровня вод [32, 33] найдены обитатели олиготрофных, олиго-мезотрофных, мезотрофных, мезо-эвтрофных, эвтрофных и гипертрофных вод, а также виды широкой амплитуды трофности.

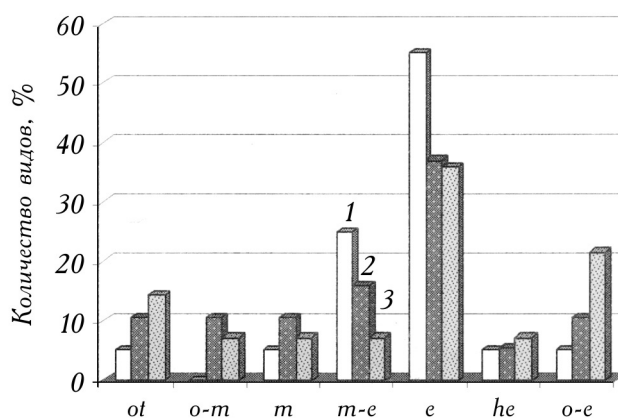
Наибольшим оказался вклад представителей эвтрофных (*Cyclotella ocelata* Pant., *Melosira varians*, *Nitzschia acicularis* и др.) — 35,7—55,0% и значительно меньшим — мезо-эвтрофных (7,1—25,0%), мезотрофных (5,0—10,5%), олиго-мезотрофных (7,1—10,5%), олиготрофных (5,0—14,4%) и гипертрофных (5,0—7,1%) вод, а также видов широкой амплитуды трофности (5,0—21,5%) (рис. 6). Обращает на себя внимание тот факт, что в системе Ореховатских прудов доля эвтрофных организмов была значительно выше (55,0%), чем в системе Китаевских (36,9%) и Дидоровских (35,7%) прудов. Важно подчеркнуть, что максимальное содержание биогенных элементов, а также органи-



ческого вещества наблюдали также в Ореховатских прудах. Так, например, в летний период наибольшая концентрация фосфатов (0,350 мг P/дм<sup>3</sup>), аммонийного азота (0,54 мг N/дм<sup>3</sup>) и нитритов (0,050 мг N/дм<sup>3</sup>) отмечена именно в этих водоемах и лишь нитратов (0,63 мг N/дм<sup>3</sup>) — в Дидоровских прудах [5]. Значения перманганатной окисляемости в Ореховатских прудах (7,9—14,8 мг O/дм<sup>3</sup>) были несколько ниже, чем в Китаевских прудах (10,2—16,3 мг O/дм<sup>3</sup>), а вот значения бихроматной окисляемости в Ореховатских прудах существенно превышали аналогичные показатели в системе Китаевских прудов (соответственно 40,9—56,5 мг O/дм<sup>3</sup> и 20,3—31,4 мг O/дм<sup>3</sup>), что согласуется с литературными данными [3, 8]. Важно отметить, что в Ореховатских прудах максимальные значения численности и биомассы фитопланктона также были намного выше (соответственно 147 855 тыс. кл/дм<sup>3</sup> и 79,203 мг/дм<sup>3</sup>), чем в других прудах (соответственно 26 850 тыс. кл/дм<sup>3</sup> и 54,537 мг/дм<sup>3</sup>).

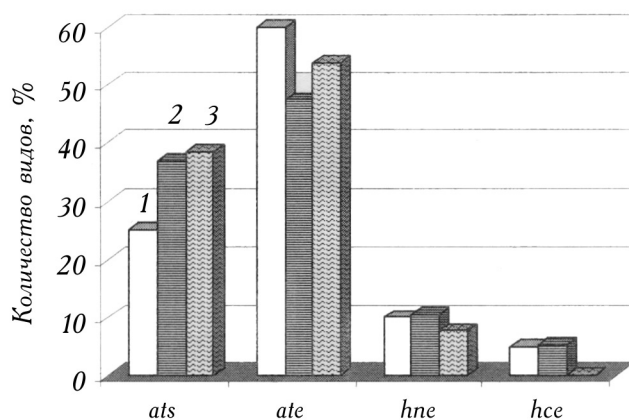


5. Распределение водорослей — индикаторов солености воды: *hb* — галофобы; *i* — индифференты; *hl* — галофилы; *oh* — олигогалобы; *mh* — мезогалобы.

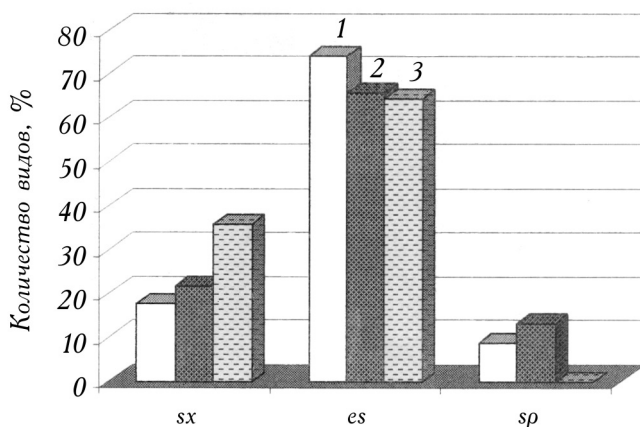


6. Распределение водорослей — индикаторов уровня трофности вод: *ot* — олиготрофных; *o-m* — олиго-мезотрофных; *m* — мезотрофных; *m-e* — мезо-эвтрофных; *e* — эвтрофных; *he* — гиперэвтрофных; *o-e* — олиго-эвтрофных.

Основой системы индикаторов типа питания, разработанной Г. Ван Дамом с соавт. [33], являются индикаторные свойства диатомовых водорослей, в частности особенности их питания и отношение к количеству в воде азотсодержащих органических соединений. Результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что в толще воды обследованных озер наибольшим количеством видов представлены автотрофы, развивающиеся при повышенной концентрации азотсодержащих органических соединений в воде



7. Распределение водорослей — индикаторов типа питания и отношения к концентрации азотсодержащих органических соединений (АОС): *ats* — автотрофы, развивающиеся при низкой концентрации АОС; *ate* — автотрофы, развивающиеся при повышенной концентрации АОС; *hne* — факультативные гетеротрофы, развивающиеся при периодическом повышении концентрации АОС; *hce* — облигатные гетеротрофы, развивающиеся при повышенной концентрации АОС.



8. Распределение водорослей — индикаторов органического загрязнения (по Т. Ватанабе): *sx* — сапроксены; *es* — эврисапробы; *sp* — сапрофилы.

(47,4—60,0%) (рис. 7). Среди них наиболее часто встречались *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis* Kitton, *Aulacoseira granulata* и др. Второе место принадлежало автотрофам, которые развиваются при низкой концентрации азотсодержащих органических соединений (25,0—38,5%). Третье и четвертое места занимали факультативные гетеротрофы, развивающиеся при периодическом повышении концентрации азотсодержащих органических соединений (7,7—10,5%), и облигатные гетеротрофы, развивающиеся при повышенной концентрации азотсодержащих органических соединений (5,0—5,3%). При этом в Ореховатских прудах доля автотрофов, развивающихся при повышенной концентрации азотсодержащих органических соединений в воде, была наиболее высокой — 60,0%.

В системе индикации органического загрязнения, предложенной Т. Ватанабе [34], виды-индикаторы подразделяются на три группы: сапроксены — обитатели чистых вод, эврисапробы — обитатели умеренно загрязненных вод и сапрофилы — обитатели загрязненных вод. Во всех трех системах прудов преобладали эврисапробы (64,3—73,9%). Среди них наиболее часто встречались *Stephanodiscus hantzschii*, *Synedra acus* Kütz., *Nanivula cryptocephala* и др. Вклад сапроксов составлял 17,4—35,7%, а сапро-

филов — 8,7—13,0% (рис. 8). Следует отметить, что доля эврисапробов была наиболее высокой (73,9%) в Ореховатских прудах.

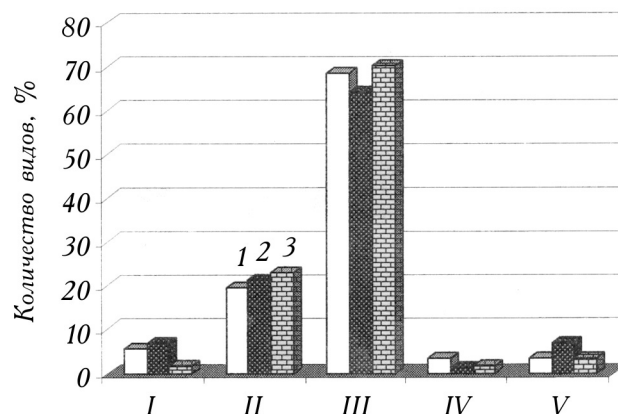
Среди видов — индикаторов органического загрязнения (в системе Р. Пантле и Г. Букк в модификации В. Сладечека) [2] обнаружены виды водорослей, относящиеся к пяти основным группам: ксеносапробионты, олигосапробионты, бета-мезосапробионты, альфа-мезосапробионты и полисапробионты. Наибольшим количеством видов были представлены бета-мезосапробные организмы

(III-я группа) — 64,0—70,1% (рис. 9). Среди них наиболее часто встречались *Anabaena flos-aquae*, *Desmodesmus braziliensis* (Bohl.) E. Hegew., *Monoraphidium contortum* (Thur.) Komárk.-Legn. и др. Вклад олигосапробионтов составлял 19,5—23,1%, ксеносапробионтов — 1,7—6,7, альфа-мезосапробионтов — 1,1—3,3 и полисапробионтов — 3,3—6,7%.

### Заключение

Результаты экологического анализа показали, что в исследованных прудах НПП «Голосеевский» наибольшим количеством видов представлены планктонно-бентосные и планктонные организмы. Среди видов — индикаторов проточности преобладали обитатели медленно текущих вод, температурного режима — представители умеренно теплых вод, активной реакции среды и солености — индифферентные организмы. Индикаторы типа питания были представлены преимущественно автотрофами, которые развиваются при повышенной концентрации азотсодержащих органических соединений. Среди индикаторов органического загрязнения доминировали β-мезосапробионты и эврисапробы, а среди индикаторов трофического уровня — обитатели эвтрофных вод.

Сравнение полученных данных показало, что во всех трех системах прудов характер распределения видов — индикаторов местообитания, проточности и солености воды был сходным. Что касается индикаторов температурного режима, то наиболее высокий вклад обитателей умеренно теплых вод отмечен в прудах с максимальной температурой воды. Распределение индикаторов рН среды также



9. Распределение водорослей — индикаторов органического загрязнения (по Р. Пантле и Г. Букк в модификации В. Сладечека) по основным группам: I — χ-сапробионты (индекс сапробионности  $S = 0-0,5$ ), включая χ- и χ-о-сапробионты; II — о-сапробионты ( $S = 0,5-1,5$ ), включая о-χ-, χ-β-, о- и о-β-сапробионты; III — β-мезосапробионты ( $S = 1,5-2,5$ ), включая β-о-, о-α-, β- и β-α-сапробионты; IV — α-мезосапробионты ( $S = 2,5-3,5$ ), включая α-, β-ρ-, ρ-α- и α-ρ-сапробионты; V — полисапробионты ( $S = 3,5-4,0$ ), включая α-β- и ρ-сапробионты.



было неравномерным. Так, в системе Китаевских прудов, при более высоких средних значениях рН воды в летний период, доля алкалифилов была выше, а вклад индифферентов — ниже, чем в других системах прудов. Важно также отметить, что в системе Ореховатских прудов доля эвтрофных организмов, автотрофов, развивающихся при повышенной концентрации азотсодержащих органических соединений, и эврисапробов (показателей умеренно загрязненных вод) была выше, чем в остальных прудах. Это свидетельствует об их большем загрязнении биогенными элементами и органическими веществами, что подтверждается данными прямых гидрохимических измерений. Результаты исследований указывают на необходимость проведения постоянного мониторинга экологического состояния прудов НПП «Голосеевский» и разработки эффективной системы по сохранению и восстановлению гидроекосистем урбанизированных территорий.

\*\*

*Біоіндикаційні характеристики водоростей використано для оцінки екологічного стану 12 ставків м. Києва, розташованих на території Національного природного парку «Голосіївський». Результати екологічного аналізу показали, що в досліджених водоймах найбільшою кількістю видів представлені планктонно-бентосні та планктонні організми, мешканці повільно текучих і помірно теплих вод, а також індиференти по відношенню до рН і солоності води. Серед індикаторів типу живлення переважали автотрофи, які розвиваються за підвищеної концентрації азотовмісних органічних сполук, серед індикаторів органічного забруднення —  $\beta$ -мезосапробіонти і еврисапроби, а серед індикаторів трофічного рівня — евтрофні організми. Встановлено, що Горіховатські ставки найбільш забруднені органічними сполуками і біогенними елементами.*

\*\*

*Bioindication characteristics of algae were used in assessing the ecological state of 12 ponds of Kiev located within the territory of the «Goloseyevo» National Natural Park. Results of the ecological analysis have shown that plankton-benthic and plankton organisms were represented by the largest number of species. Algal species — indicators of slowly flowing and moderately warm waters, and also indifferent organisms in relation to pH and water salinity prevailed in phytoplankton of the studied ponds. Among diatoms — indicators of the type of nutrition, nitrogen-autotrophic taxa tolerating elevated concentrations of organically bound nitrogen were represented by the largest number of species. Eurysaprobites and  $\beta$ -mesosaprobites predominated among the indicators of organic contamination, whereas eutraphentic organisms — among the indicators of the trophic state. It has been found that the Orekhovatka ponds were contaminated by organic matter and nutrients most.*

\*\*

1. Афанасьев С.А. Развитие европейских подходов к биологической оценке состояния гидроекосистем в мониторинге рек Украины // Гидробиол. журн. — 2001. — Т. 37, №5. — С. 3—18.
2. Баринова С.С., Мегведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. — Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. — 498 с.
3. Иванченко Я.С., Линник П.М., Жежеря В.А., Линник Р.П. Компонентный склад розчинених органічних речовин у воді Китаївського ставу та його

- сезонні зміни // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2013. — 1 (28). — С. 89—98.
4. Климюк В.М. Біоіндикаційний аналіз солоних озер РПЛ «Слов'янський курорт» за фітопланктоном // Там же. — 2014. — 2 (33). — С. 70—80.
  5. Клоченко П.Д., Горбунова З.Н., Харченко Г.В., Вітовецька Т.В. Неорганічні сполуки азоту і фосфору у водоймах Голосіївського лісу // Там же. — 2006. — 11. — С. 276—281.
  6. Клоченко П.Д., Горбунова З.Н., Харченко Г.В. та ін. Особливості екологічного стану Горіховатських ставків // Наук. вісн. Нац. аграрн. ун-ту. — 2006. — Вип. 95, ч. 1. — С. 54—65.
  7. Клоченко П.Д., Царенко П.М. Фітопланктон як показник екологічного стану Китаївських ставків (м. Київ) // Там же. — 2007. — Вип. 107. — С. 66—72.
  8. Осипенко В.П., Васильчук Т.О., Євтух Т.В. Сезонна динаміка вмісту основних груп органічних речовин у різних водних об'єктах // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2012. — 1 (26). — С. 134—140.
  9. *Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши* / Под ред. А. Д. Семенова. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 542 с.
  10. Царенко П.М., Якубенко Б.Є., Клоченко П.Д., Мегвізь В.О. Альгофлора водойм м. Києва та його околиць // Наук. вісн. Нац. аграрн. ун-ту. — 2004. — Вип. 72. — С. 56—66.
  11. *Barinova S.S., Klochenko P.D., Belous Ye.P.* Algae as indicators of the ecological state of water bodies: methods and prospects // *Hydrobiol. J.* — 2015. — Vol. 51, N 6. — P. 3—21.
  12. *Belous Ye. P., Barinova S.S., Klochenko P.D.* Phytoplankton of the middle section of the Southern Bug River as the index of its ecological state // *Ibid.* — 2013. — Vol. 49, N 6. — P. 29—42.
  13. *Belous Ye.P., Barinova S.S., Klochenko P.D. et al.* Phytoplankton of the lower section of the Southern Bug River as the index of its ecological state // *Ibid.* — 2016. — Vol. 52, N 4. — P. 19—31.
  14. *Bilous O., Barinova S., Klochenko P.* Phytoplankton communities in ecological assessment of the Southern Bug River upper reaches (Ukraine) // *Ecohydrology and Hydrobiology.* — 2012. — Vol. 12, N 3. — P. 211—230.
  15. *Directive 2000/60/EC* of the European Parliament and the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // *Offic. J. EC.* — L. 327, 22.12. 2000. — 72 p.
  16. *Coesel P.F.M.* The relevance of desmids in the biological typology and evaluation of fresh waters // *Hydrobiol. Bull.* — 1975. — Vol. 9, N 3. — P. 93—101.
  17. *Kharchenko G. V., Shevchenko T. F., Klochenko P. D.* Comparative characteristics of phytoepiphyton of water bodies of Kiev // *Hydrobiol. J.* — 2009. — Vol. 45, N 5. — P. 15—23.
  18. *Klochenko P.D., Tsarenko P.M., Ivanova I.Yu.* Peculiarities of phytoplankton species composition in water bodies of the Goloseyevo National Natural Park (Kiev) // *Ibid.* — 2010. — Vol. 46, N 3. — P. 36—44.
  19. *Klochenko P. D., Kharchenko G. V., Shevchenko T. F.* Peculiarities of the distribution of epiphyton algae in water bodies of Kiev // *Ibid.* — 2012. — Vol. 48, N 3. — P. 39—51.

20. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Kharchenko G.V. Structural organization of phytoplankton and phytoepiphyton of the lakes of Kiev // *Ibid.* — 2013. — Vol. 49, N 4. — P. 47—63.
21. Klochenko P. D., Shevchenko T. F., Vasilchuk T.A. et al. On the ecology of phytoepiphyton of water bodies of the Dnieper river basin // *Ibid.* — 2014. — Vol. 50, N 3. — P. 41—54.
22. Klochenko P. D., Shevchenko T. F., Kharchenko G. V. Structural and functional organization of phytoplankton in the thickets and in the section free of vegetation in the lakes of Kiev // *Ibid.* — 2015. — Vol. 51, N 3. — P. 45—60.
23. Klochenko P., Shevchenko T., Barinova S., Tarashchuk O. Assessment of the ecological state of the Kiev Reservoir by the bioindication method // *Oceanol. Hydrobiol. St.* — 2014. — Vol. 43, Issue 3. — P. 228—236.
24. Klochenko P., Shevchenko T. Distribution of epiphytic algae on macrophytes of various ecological groups (the case study of water bodies in the Dnieper River basin) // *Oceanol. Hydrobiol. St.* — 2017. — Vol. 46, Issue 3. — P. 283—293.
25. Larionova D.P., Davydov O.A. Sanitary-hydrobiological characteristics of an artificial watercourse of a megapopolis // *Hydrobiol. J.* — 2017. — Vol. 53, N 5. — P. 57—64.
26. Oksiyuk, O.P., Davydov O.A. & Karpezo Yu.I. Ecological and morphological structure of microphytobenthos // *Ibid.* — 2009. — Vol. 45, N 2. — P. 13—23.
27. Shevchenko T.F. Species composition of periphyton algae of the cooling pond of the Chernobyl NPS and their ecological characteristics // *Ibid.* — 2007. — Vol. 43, N 1. — P. 19—50.
28. Shevchenko T.F. Species composition of periphyton algae of the reservoirs of the Dnieper cascade // *Ibid.* — 2007. — Vol. 43, N 5. — P. 3—42.
29. Shevchenko T. F. Distribution of periphyton algae of the Dnieper reservoirs depending on the type of substratum // *Ibid.* — 2011. — Vol. 47, N 3. — P. 3—13.
30. Shevchenko T.F., Kharchenko G.V., Klochenko P.D. Cenological analysis of phytoepiphyton of water bodies of Kiev // *Ibid.* — 2010. — Vol. 46, N 1. — P. 41—55.
31. Shevchenko T. F., Klochenko P.D., Bilous O.P. Response of epiphytic algae to heavy pollution of water bodies // *Water Environment Research.* — 2018. — Vol. 90, N 7. — P. 614—626.
32. Štastný J. Desmids (Conjugatophyceae, Viridiplante) from the Czech Republic, new and rare taxa, distribution, ecology // *Fottea.* — 2010. — Vol. 10, N 1. — P. 1—74.
33. Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands // *Nether. J. Aquat. Ecol.* — 1994. — Vol. 28, N 1. — P. 117—133.
34. Watanabe T. Biological indicator for the assessment of organic water pollution // *Japan Journal of Water Pollution Research.* — 1986. — Vol. 19. — P. 7—11.

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев  
Институт ботаники НАН Украины, Киев

Поступила 10.03.15