

УДК 581.526.325 (282.247.325.2)

В. И. Щербак, А. М. Задорожная, К. П. Калениченко

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА
ФИТОПЛАНКТОНА ПРИДАТОЧНОЙ СЕТИ
КИЕВСКОГО УЧАСТКА КАНЕВСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА**

Исследовано пространственно-временное распределение структурно-функциональной организации фитопланктона придаточной сети киевского участка Каневского водохранилища в годы с разными гидрометеорологическими условиями. Найдено 260 видов и внутривидовых таксонов водорослей из 8 отделов. Фитопланктон характеризовался обратной вертикальной стратификацией зимой, прямой — летом, равномерным распределением по всей водной толще весной и осенью. Установлена прямая корреляционная зависимость видового разнообразия планктонных водорослей от температуры воды, которая описывается линейной функцией. В периоды, которые характеризовались аномальными гидрометеорологическими условиями, показаны отличия структуры численности, биомассы фитопланктона, а также доминирующего комплекса видов от типичной для водоемов придаточной сети киевского участка Каневского водохранилища.

Ключевые слова: фитопланктон, сезонная динамика, вертикальное распределение, залив Оболонь, аномально высокая температура воды.

Планктонные водоросли являются репрезентативными биологическими индикаторами качества водной среды, которые способны реагировать на самые незначительные изменения в экосистеме, не обнаруживаемые другими методами исследования. Любые изменения характеристик основного первичного продуцента оказывают непосредственное влияние на формирование потоков энергии и все последующие звенья трофической цепи.

Гидрологический режим киевского участка Каневского водохранилища, особенности работы Киевской ГЭС [1, 4, 8], а также глобальные изменения климата [11] вызывают необходимость наблюдений за автотрофным звеном — фитопланктоном.

Целью работы являлось установление особенностей пространственно-временного распределения структурно-функциональной организации фитопланктона придаточной сети киевского участка Каневского водохранилища, на примере зал. Оболонь, в годы с разными гидрометеорологическими условиями.

© В. И. Щербак, А. М. Задорожная, К. П. Калениченко, 2014

Материал и методика исследований. Залив Оболонь относится к придаточной сети экосистемы киевского участка Каневского водохранилища и является частью рекреационной зоны мегаполиса с высокой концентрацией антропогенной нагрузки.

Пробы фитопланктона отбирали посезонно (зимой, весной, летом, осенью) на протяжении 2010—2011 гг. батометром Руттнера на стационарной точке глубиной $15,0 \pm 0,3$ м, расположенной на зал. Оболонь, и обрабатывали по общепринятым методикам [3]. Для учета фитопланктона использовали пробы объемом 1 дм^3 из пяти горизонтов, которые охватывали всю водную толщу (0,25, 2, 8, 12 и 15 м). Подсчет водорослей проводили в камере Нажотта объемом $0,05 \text{ см}^3$. Биомассу определяли счетно-объемным методом. К категории доминирующих относили виды, составляющие $\geq 10\%$ суммарной численности и биомассы фитопланктона [9].

Параллельно с альгологическими отборами проводили определение некоторых физико-химических параметров водной среды (прозрачности по диску Секки, температуры воды, концентрации растворенного кислорода и насыщения им воды через каждые 2 м) [3]. Все отборы проб и измерения проводили в первой половине дня, с 11 до 12 ч. Статистический анализ данных и построение графических диаграмм проводили с использованием программ MS Excel и Statistica 6.1.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ данных Гидрометеорологической службы Украины¹ показал, что 2010 г. характеризовался аномальными гидрометеорологическими условиями по сравнению с 2011 г. Так, зимний период 2010 г. был на $3,3^\circ$ холоднее, чем 2011 г., и характеризовался значительным количеством осадков (до 191% нормы² в месяц).

Лето 2010 г. в г. Киеве характеризовалось как очень жаркое: зарегистрировано 45 дней с температурой воздуха свыше 30°C (максимальная температура воздуха достигала $+35,2^\circ\text{C}$) и 11 температурных рекордов. В целом, летний период 2010 г. был на $4,8^\circ$ теплее нормы, а в 2011 г. этот показатель составлял всего $1,8^\circ$.

Конец осени (ноябрь) 2010 г. был самым теплым за всю историю метеонаблюдений, с отклонением от среднемесячной нормы на $+6,5^\circ$ и максимальной температурой воздуха $+21,7^\circ\text{C}$ (14 ноября).

По физико-химическим показателям залива зимний период 2010 г., в отличие от 2011 г., характеризовался длительным периодом ледостава (с декабря 2009 г. по начало марта 2010 г.), значительным ледовым (толщиной до

¹ Гидрометеорологическая служба Украины (<http://www.meteo.gov.ua>).

² Климатическая норма — среднее многолетнее значение, рассчитанное, согласно требований ВМО, за 30-летний период. Мониторинг погоды осуществляется на основе простых статистических величин, которыми есть отклонения от нормы (аномалии) [11].

0,44 м) и снежным покровом (до 0,30 м). Прекращение атмосферной аэрации, снижение фотосинтетической аэрации водорослей, а также поступление вод с низкой концентрацией растворенного кислорода из Киевского водохранилища [11] обусловили острый дефицит кислорода в заливе в конце февраля — начало марта 2010 г. (1,46—3,65 мг/дм³, насыщение воды — 11—26%). В тот же период 2011 г. содержание растворенного в воде кислорода составляло 6,24—6,88 мг/дм³ (44—48%). Температура воды колебалась в пределах 0,1—0,6°C.

В период открытой воды прозрачность по диску Секки колебалась в пределах 0,80—1,70 м, достигая наибольших величин в осенний период. Максимальная температура поверхностного слоя воды регистрировалась летом: 23,0—28,0°C в 2010 г., в 2011 г. этот показатель был ниже — 20,8—22,4°C. Высокие для данного водоема значения температуры воды в летний период 2010 г. ранее не описывались в литературе и, вероятно, связаны с аномально жарким летом в г. Киеве. При этом, содержание растворенного в воде кислорода составляло 7,92—11,36 мг/дм³ с насыщением воды 97—144%).

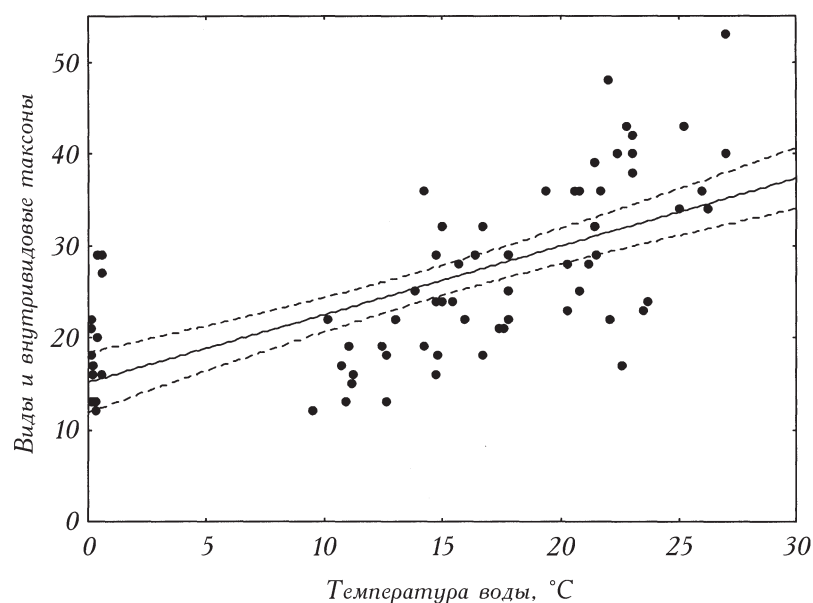
Видовое разнообразие. За период исследований в составе планктона зал. Оболонь обнаружено 245 видов, представленных 260 внутривидовыми таксонами (в. в. т.) водорослей, относящихся к 8 отделам (Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta, Chlorophyta). Наибольшим таксономическим разнообразием отличались зеленые водоросли (40% общего количества в. в. т.), далее следовали диатомовые (31%), синезеленые (14%). Флористическая насыщенность остальных отделов водорослей была значительно ниже (2—5%).

Особенностью сезонной динамики видового разнообразия фитопланктона зал. Оболонь в интервале температур воды от 0,1 до 28,0°C было низкое количество в. в. т. при минимальной и максимальной температуре (выше 25,0°C), его увеличение с прогревом воды и уменьшение — с началом осеннего охлаждения. Установлена статистически достоверная связь количества в. в. т. в альгологической пробе с температурой воды, которая описывалась линейной зависимостью (рис. 1).

Отсутствие данных в интервале от 1,0 до 8,0°C объясняется быстрым увеличением температуры воды и техническими трудностями отбора проб в ранневесенний период, что было показано нами ранее [7].

В вертикальном распределении в зимний период наблюдалась обратная вертикальная стратификация (рис. 2, а) видового разнообразия (от 13 в. в. т. подо льдом и до 25 в. в. т. у дна). Основу альгоценозов на разных горизонтах в 2010 г. формировали диатомовые (достигая 78% общего количества в. в. т.) и синезеленые (до 54%); в 2011 г. структуру видового разнообразия на разных горизонтах, кроме диатомовых (до 56%), определяли и зеленые водоросли (до 44%).

Весной фитопланктон распределялся практически равномерно по всей водной толще, составляя 25—28 в. в. т. в верхних слоях и 22—23 в. в. т. — в нижних (рис. 2, б). На всех горизонтах преобладали диатомовые водоросли

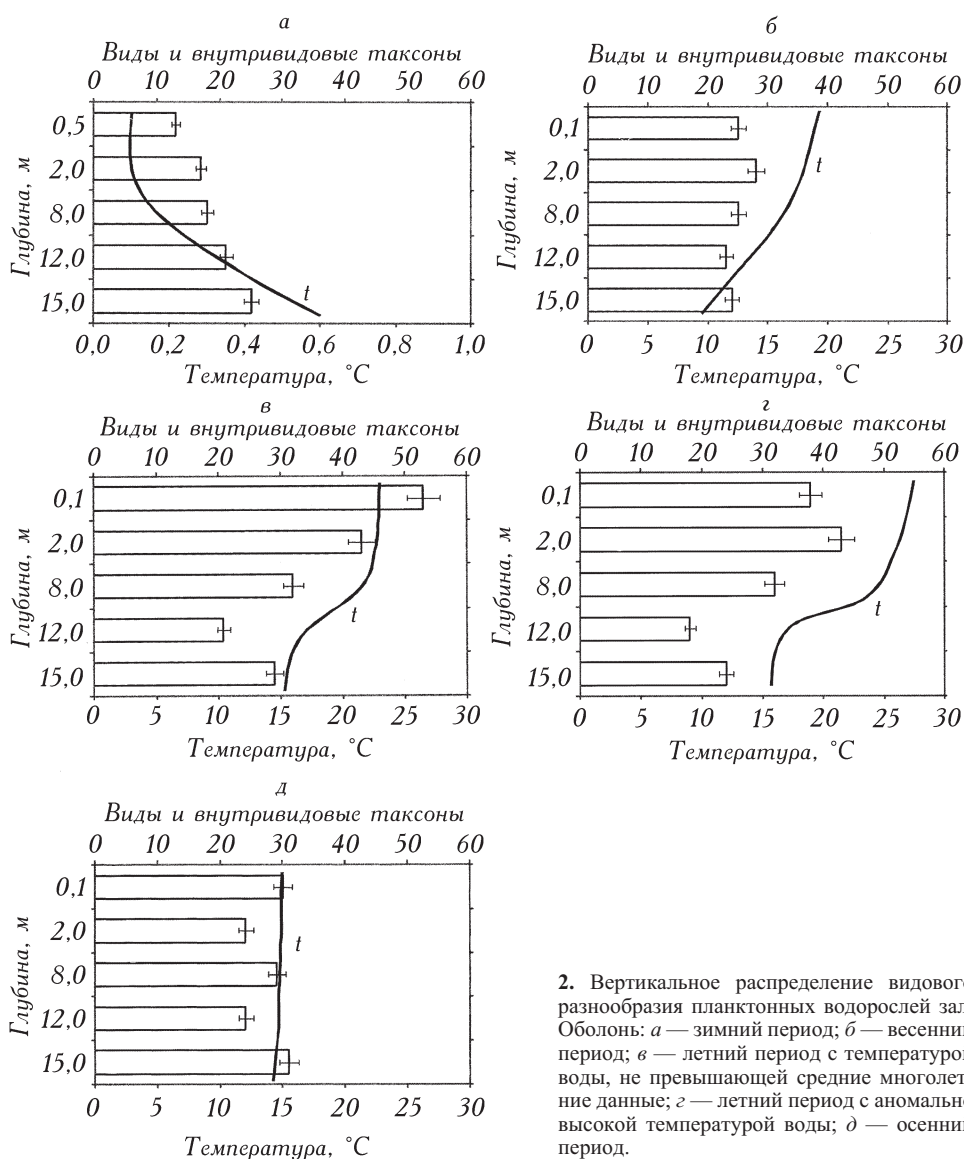


1. Зависимость видового и внутривидового разнообразия фитопланктона зал. Оболонь от температуры воды в 2010—2011 гг. ($r = 0,67$; $p < 0,0001$, $n = 76$, $y = 15,1377 + 0,7413x$).

(44—68%), в поверхностных горизонтах им сопутствовали зеленые (42—44%).

В летний период фитопланктон зал. Оболонь достигал наибольшего видового разнообразия и характеризовался прямой вертикальной стратификацией. Наибольшее количество водорослей (до 53 в. в. т.) регистрировалось в поверхностном слое воды (рис. 2, в). В тех случаях, когда температура воды поднималась выше $25,0^{\circ}\text{C}$, максимум видового разнообразия наблюдался на глубине 2 м (рис. 2, г). С глубиной количество в. в. т. уменьшалось, достигая наименьших значений в слое 8—12 м (до 17 в. в. т.), а затем увеличивалось (до 29 в. в. т.) в придонном горизонте, что, на наш взгляд, можно объяснить попаданием в планктонные пробы бентосных форм. Наибольший вклад в структуру фитопланктона до глубины 10 м вносили зеленые водоросли (33—53% общего количества видов на горизонте), в нижележащих слоях преобладали диатомовые (37—63%).

В осенний период фитопланктон залива характеризовался относительно равномерным распределением по глубинам (рис. 2, г): до глубины 8 м регистрировалось 24—32 в. в. т., в нижних слоях — 29—36 в. в. т. Но при этом, в 2010 г. видовое разнообразие определяли зеленые водоросли (38—58%), а сопутствовали им диатомовые (38—44%). В 2011 г. наибольший вклад в структуру планктонных водорослей по всей водной толще вносили диатомовые водоросли (32—65% общего количества в. в. т. на горизонте), им сопутствовали зеленые (18—54%) и синезеленые (8—21%). Вертикальное распределе-



ние видового разнообразия фитопланктона зал. Оболонь в разные сезоны года представлено на рис. 2.

Вертикальное распределение численности и биомассы фитопланктона. Средние³ за период открытой воды численность и биомасса фитопланктона зал. Оболонь в слое 2 м в 2010 г. составляли $26,87 \pm 4,55$ млн. кл/м² и $8,77 \pm 1,50$ мг/м², в 2011 г. — $15,31 \pm 4,54$ млн. кл/м² и $6,05 \pm 1,70$ мг/м². При этом

³ Согласно [5], до 80% первичной продукции в днепровских водохранилищах продуцируется в слое воды до 2 м, что обуславливает важность исследования этой водной толщи.

наиболее существенные различия регистрировали в структурной организации планктонных водорослей. Так, вклад в суммарную численность фитопланктона вносили синезеленые, диатомовые и зеленые водоросли, доля которых составляла соответственно 51, 27 и 20% в первый год наблюдений и 47, 39 и 13% — во второй (рис. 3, а). Аналогичные различия были установлены и для биомассы диатомовых, зеленых, динофитовых⁴ и синезеленых водорослей, но их соотношение существенно различалось по годам. Так, в 2010 г. их доля составила соответственно 44, 21, 22, 10%, а в 2011 г. — 69, 13, 11, 6% (рис. 3, б).

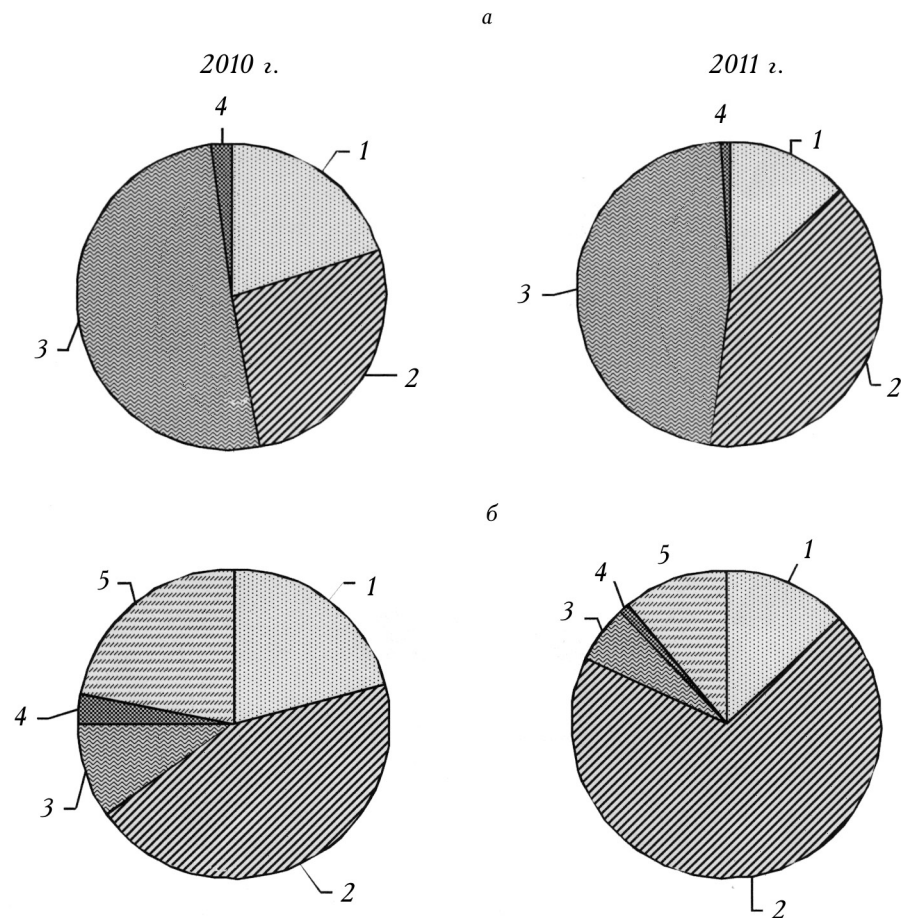
Установлено, что в более жаркий 2010 г. доля диатомовых водорослей в структуре количественного разнообразия (численность и биомасса) была меньше, чем в 2011 г., что, вероятно, связано с аномально высокой температурой воды (25,0—28,0°C), которая может оказывать ингибирующее влияние на диатомовые водоросли, что ранее было показано для фитопланктона Каховского водохранилища [6].

В зимний период фитопланктон характеризовался низкой биомассой и слабой обратной вертикальной стратификацией, составляя от 0,04 мг/дм³ (подо льдом) до 0,32 мг/дм³ (у дна). Но в 2010 г. по всей водной толще основу численности (97%) и биомассы (43%) формировали синезеленые водоросли (рр. *Oscillatoria*, *Spirulina*). Среди доминантов были также отмечены диатомовые (рр. *Navicula*, *Nitzschia*, *Cyclotella*, *Cocconeis*), достигая 41% общей биомассы фитопланктона.

В 2011 г., несмотря на то, что представители *Cyanophyta* преобладали по численности (54%), основу биомассы зимнего фитопланктона формировали диатомовые (*Stephanodiscus hantzschii* Grunow, *Cyclotella kuetzingiana* Thw.), зеленые (*Desmodesmus communis* (Hegew.) Hegew., *Pediastrum boryanum* (Turpin) Menegh.), динофитовые (*Peridinium bipes*, *Glenodinium* sp.), золотистые водоросли (*Chrysooccus rufescens* G.A. Klebs, *Mallomonas coronata* Boloch.), составляя соответственно 49, 20, 15 и 10% (рис. 4).

Установлено отличие структуры зимнего фитопланктона в 2010 г., обусловленное значительным вкладом в биомассу синезеленых водорослей (рр. *Oscillatoria* и *Spirulina*). Такое доминирование, скорее всего, обусловлено сложными гидрометеорологическими условиями (отсутствием фотосинтеза из-за длительного ледостава и значительного снежного покрова), о чем свидетельствует острый дефицит кислорода по всей водной толще (2,12—3,65 мг/дм³ подо льдом и 1,46—2,00 мг/дм³ — у дна), а также способностью *Cyanophyta* к миксотрофному типу питания. Аналогичная структура фитопланктона наблюдалась в зимний период 2010 г. в Киевском водохранилище, где в доминирующий комплекс водорослей также входили представители *Cyanophyta* [10].

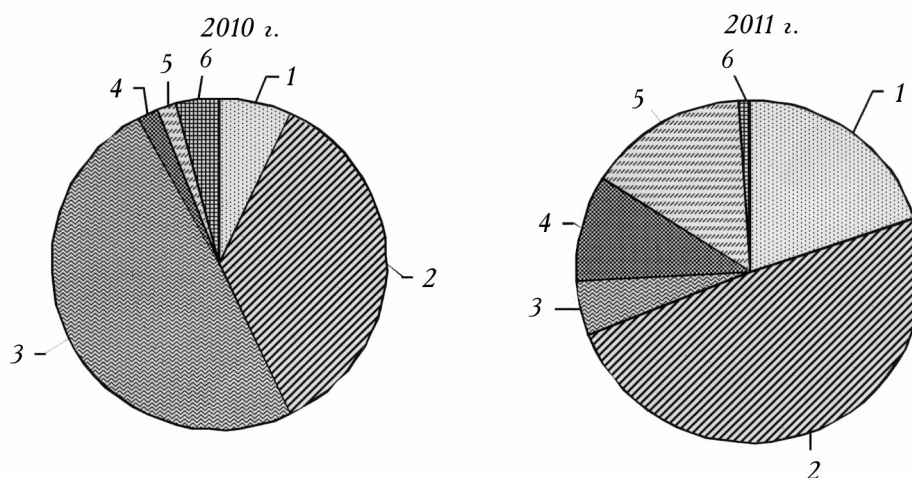
⁴ Высокое относительное (%) значение биомассы динофитовых водорослей объясняется тем, что они были представлены крупноклеточными формами (например, *Ceratium hirundinella* (O. Müll.) Bergh, *Peridinium cinctum* (O. Müll.) Ehrenb., *P. bipes* F. Stein, *Glenodinium* sp.).



3. Структура численности (а) и биомассы (б) фитопланктона залива Оболонь 2010—2011 гг.: 1 — Chlorophyta; 2 — Bacillariophyta; 3 — Cyanophyta; 4 — другие отделы; 5 — Dinophyta.

Структура биомассы зимнего фитопланктона зал. Оболонь в 2011 г. не имела отличий от таковой для других водоемов придаточной сети киевского участка Каневского водохранилища [2].

Весной максимальная численность (до 5,99 млн. кл/дм³) и биомасса (до 3,70 мг/дм³) фитопланктона отмечались в поверхностном слое, причем значительное обилие прослеживалось до глубины 9—10 м, далее оно уменьшалось (до 0,86 млн. кл/дм³ и 0,53 мг/дм³). Основу численности (65%) и биомассы (81%) формировали диатомовые водоросли. Структура доминирующего комплекса не претерпевала серьезных изменений от поверхности до дна. Значительную часть биомассы по всей водной толще составляли: *Aulacoseira granulata* (Ehrenb.) Simonsen (до 36%), *Stephanodiscus hantzschii* (до 43%), *Skeletonema potamos* (Weber) Hasle (до 17%), *Diatoma tenue* C. Agardh (до 12%), *Synedra acus* Kütz. (до 12%), *Cyclotella kuetzingiana* (до 33%).

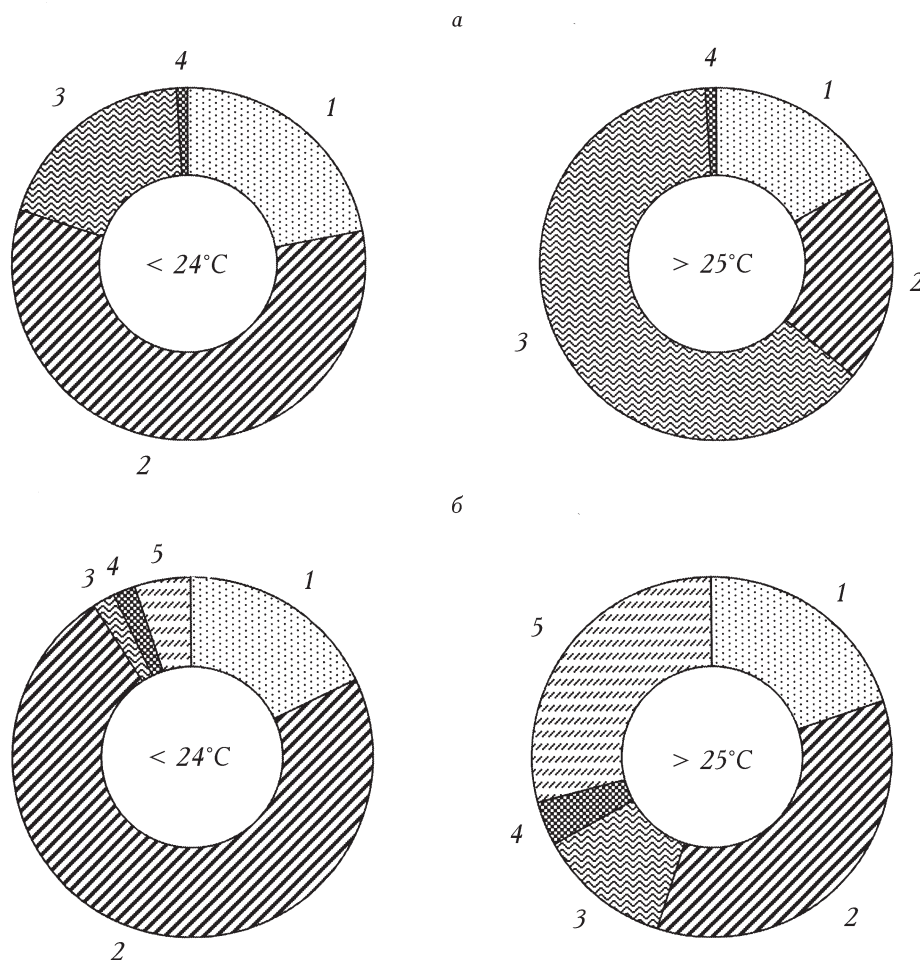


4. Структура биомассы зимнего фитопланктона зал. Оболонь: 1 — зеленые; 2 — диатомовые; 3 — синезеленые; 4 — золотистые; 5 — динофитовые; 6 — эвгленовые водоросли.

Вертикальное распределение фитопланктона в летний период было наиболее сложным. Максимальные численность и биомасса планктонных водорослей регистрировались в поверхностном горизонте; в случаях, когда температура воды превышала средние многолетние значения (выше 25°C), — на глубине 2 м. Наименьшее количественное развитие фитопланктона наблюдалось в слое 8—12 м, где регистрировалось также резкое снижение температуры воды (на 2,0—2,9°), которое свидетельствует о наличии в водоеме термоклина.

Летом 2010 г., при температуре поверхностного слоя воды, не превышающей средние многолетние величины (до 24,0°C), максимального развития по численности (58%) и биомассе (73%) достигали диатомовые водоросли (рис. 5). В доминирующий комплекс видов до глубины 12 м включительно входили: *Aulacoseira granulata* (45—76% общей биомассы на горизонте) и *A. granulata* var. *curvata* Grunow in van Heurck (12—14%). В ряде случаев к ним присоединялись *Pandorina morum* (O. Müll.) Bory (10%), *P. charkoviensis* Korschikov (17%), *Ceratium hirundinella* (O. Müll.) Bergh (15%). У дна преобладали *A. granulata* (31—49%), *Cyclotella kuetzingiana* (13—37%), *Stephanodiscus hantzschii* (14—15%), *Desmodesmus communis* (12%). Основу численности на всех горизонтах формировали диатомовые водоросли (46—76% общей численности на горизонте): *A. granulata*, *A. granulata* var. *curvata*, *C. kuetzingiana*.

Установлены различия в формировании структуры численности и биомассы фитопланктона при аномально высокой температуре воды ($\geq 25^\circ\text{C}$). Так, максимум численности фитопланктона наблюдался в поверхностном горизонте и формировался за счет вегетации синезеленых водорослей: рр. *Microcystis*, *Phormidium*, *Anabaena*, *Aphanizomenon* (рис. 5). Пик биомассы фитопланктона регистрировался на глубине 2 м; его основу составляли диатомовые (35%) и динофитовые (29%), в меньшей степени — зеленые во-



5. Структура численности (а) и биомассы (б) летнего фитопланктона зал. Оболонь при разных температурах поверхностного слоя воды: 1 — диатомовые водоросли; 2 — зеленые; 3 — синезеленые; 4 — другие отделы; 5 — динофитовые.

доросли (до 19%). Доминирующий комплекс видов (по биомассе) на всех горизонтах был представлен *Ceratium hirundinella* и *Aulacoseira granulata*, которым в поверхностном горизонте сопутствовал *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenkin (до 28%), а у дна — *Cyclotella kuetzingiana* (до 26%).

В летний период 2011 г. максимальные значения численности и биомассы планктонных водорослей регистрировались в поверхностном горизонте. Структуру численности и биомассы фитопланктона определяли синезеленые (до 47%), диатомовые (до 40%), зеленые (до 14%) и динофитовые (до 12%): *Oscillatoria agardhii* Gomont, *O. geminata* (Menegh.) Gomont, *Microcystis pulverea* (H.C. Wood) Forti emend. Elenkin, *Skeletonema potamos*, *A. granulata*, *C. hirundinella*.

Для осеннего фитопланктона зал. Оболонь характерно отсутствие четко выраженной стратификации по глубинам. Основу численности планктонных водорослей в 2010 г. формировали диатомовые (42%), синезеленые (34%) и зеленые (23%); биомассы — диатомовые (56%), зеленые (24%) и динофитовые (16%). В доминирующий комплекс видов входили *A. granulata* (22—64%), *C. hirundinella* (42—44%), *P. boryanum* (23—24%).

В следующий год осенняя структура численности и биомассы планктонных водорослей была аналогичной, но количественное соотношение водорослей ведущих отделов отличалось. Так, по численности доминировали синезеленые водоросли (71%), меньше — диатомовые (18%) и зеленые (10%); по биомассе — диатомовые (53%), зеленые (23%) и синезеленые (18%). Основу биомассы на всех горизонтах формировал *S. potamos* (21—45%) и, в меньшей степени, *Microcystis wesenbergii* Kom. in N.V. Kondrat. — в поверхностном горизонте *A. granulata*, *Stephanodiscus hantzschii* и *P. boryanum* — в нижележащих слоях.

Заключение

Исследования структурно-функциональной организации фитопланктона зал. Оболонь в годы с разными гидрометеорологическими условиями достоверных отличий в таксономическом разнообразии не установили. В целом на протяжении 2010—2011 гг. фитопланктон был представлен 245 видами (260 внутривидовыми таксонами) водорослей 8 отделов, из которых наибольшим разнообразием характеризовались зеленые, диатомовые и синезеленые водоросли.

Вертикальное распределение планктонных водорослей характеризовалось обратной стратификацией в зимний период, равномерным распределением по всей водной толще весной и осенью, прямой стратификацией — в летний, с максимальным обилием фитопланктона в слое 0—2 м и минимальным — в слое термоклина (8—12 м).

Установлена прямая корреляционная зависимость (при $r = 0,67$ и $p < 0,0001$) видового разнообразия планктонных водорослей от температуры воды, которая описывалась линейной функцией: $y = 15,1377 + 0,7413x$.

В периоды, которые характеризовались аномальными гидрометеорологическими условиями, структура численности, биомассы и доминирующего комплекса фитопланктона имела отличия от типичной для водоемов придаточной сети киевского участка Каневского водохранилища.

При температурах воды, превышающих средние многолетние значения ($\geq 25,0^\circ\text{C}$), в вертикальном распределении фитопланктона регистрировалось несовпадение пиков по численности и биомассе, а также в структуре как доминирующих отделов, так и видов. Максимальную численность планктонных водорослей в поверхностном горизонте формировали Cyanophyta, в то время как наибольшая биомасса отмечалась на глубине 2 м за счет активного развития Bacillariophyta и Dinophyta.

**

Досліджено просторово-часовий розподіл структурно-функціональної організації фітопланктону придаткової мережі київської ділянки Канівського водосховища в роки з різними гідрометеорологічними умовами. Знайдено 260 видів і внутрішньовидових таксонів водоростей з 8 відділів. Фітопланктон характеризувався оберненою вертикальною стратифікацією взимку, прямою — влітку, рівномірним розподілом по всій водній товщі навесні та восени. Встановлена пряма кореляційна залежність видового різноманіття планктонних водоростей від температури води, яка описувалась лінійною функцією. В періоди, які характеризувались аномальними гідрометеорологічними умовами, показані відмінності структури чисельності, біомаси фітопланктону, а також домінуючого комплексу видів від типової для водойм придаткової мережі київської ділянки Канівського водосховища.

**

The paper deals with spatial and temporal distribution of phytoplankton structural and functional organization in the subsidiary system of Kyiv section of the Kaniv water-reservoir in years with different hydrometeorological conditions. 260 species and infraspecific taxa from 8 divisions have been found. Phytoplankton was marked by inverse vertical stratification in winter, direct vertical stratification in summer, and by homogenous distribution in the water column in spring and autumn. The direct linear correlation has been found between the planktonic algae species diversity and the water temperature. During periods distinguished by abnormal hydrometeorological conditions the structure of phytoplankton number, biomass and dominant complex differed from the typical phytoplankton structure of the subsidiary system of Kyiv section of the Kaniv water reservoir.

**

1. Денисова А.И., Тимченко В.М., Нахшина Е.П. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ. — Киев: Наук. думка, 1989. — 216 с.
2. Екологічний стан урбанізованих заплавних водойм. Затока Осокорки. — К.: Ін-т гідробіології НАН України, 2011. — 76 с.
3. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В. Д. Романенка. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
4. Оксуюк О.П., Тимченко В.М., Давыдов О.А. и др. Состояние экосистемы киевского участка Каневского водохранилища и пути его регулирования. — Киев: Ин-т гидробиологии НАН Украины, 1999. — 60 с.
5. Щербак В.И. Первичная продукция водорослей Днепра и его водохранилищ // Гидробиол. журн. — 1996. — Т. 32, № 6. — С. 3—15.
6. Щербак В.И., Емельянова Л.В. Биоразнообразие Запорожского и Каховского водохранилищ в современной эколого-токсикологической ситуации // Там же. — 2002. — Т. 38, № 5. — С. 17—25.
7. Щербак В.И., Загородная А.М. Сезонная динамика фитопланктона киевского участка Каневского водохранилища // Там же. — 2013. — Т. 49, № 2. — С. 28—38.
8. Щербак В.И., Майстрова Н.В. Фітопланктон київської ділянки Канівського водоймища та чинники, що його визначають. — К.: Ін-т гідробіології НАН України, 2001. — 70 с.
9. Щербак В.И. Методи досліджень фітопланктону // Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. — К., 2002. — С. 41-47.

10. Якушин В.М., Щербак В.І., Плігін Ю.В., Майстрова Н.В. Оцінка стану біоти Київського водосховища в зимовий період 2010 року // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Серія: Біологія. Спец. вип.: Гідроекологія. — 2010. — №2 (43). — С. 566—569.
11. *Climate change 2007 — impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change / Ed. by M. Parry, O. Canziani, J. Palutikof, P. van der Linden, C. Hanson. — Cambridge: Cambridge University Press, 2007. — 976 p.

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

Поступила 10.09.13