



В.І. ЩЕРБАК¹, Ю.С. КУЗЬМІНЧУК²

¹ Інститут гідробіології НАН України
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

² Житомирський державний університет ім. Івана Франка
вул. Пушкінська, 42, Житомир, 06500, Україна

ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІТОПЛАНКТОНУ РІЧКОВОЇ ЕКОСИСТЕМИ (на прикладі р. Тетерів)

Ключові слова: фітопланктон, р. Тетерів, екологічна характеристика, сапробність, галобність, відношення до рН, біотопічна приуроченість, географічне поширення

Отримання об'єктивних даних про стан водних екосистем — нагальне завдання сьогодення. Найбільш інформативним у цьому відношенні є вивчення структури, зокрема видової різноманітності водоростевих угруповань планктону як чутливого індикатора стану водойм, що відображає особливості їх генезису, інтенсивність впливу на них абіотичних та біотичних чинників. Усе це є актуальним для правобережної притоки Дніпра р. Тетерів, яка, окрім зарегулювання та забруднення стічними водами комунально-промислових комплексів її басейну, зазнала ще й впливу масштабної меліорації поліського регіону [2]. Припинення в останні десятиліття належної експлуатації меліоративних систем та збудованих у басейні річки ГЕС внаслідок відсутності фінансування зумовили зміни гідро-екологічної характеристики водойми.

Метою нашої роботи було вивчення структури фітопланктону р. Тетерів і екологічна характеристика водоростевих угруповань планктону за отриманими результатами.

Методика дослідження

Результати оригінальних досліджень отримані в сезонних експедиціях 2004 р. (весна, літо, осінь) по всій акваторії р. Тетерів від витoku до впадіння в Київське водосховище, а також у процесі стаціонарного вивчення фітопланктону Житомирського водосховища та річки нижче м. Житомира упродовж вегетаційних сезонів 2003—2004 рр. на 51 станції відбору проб. Альгологічні проби відбирали батометром Рутнера та фіксували 40 %-м формальдегідом, концентрували осадним методом [21]. Загалом за період досліджень було відібрано, оброблено та проаналізовано 684 проби фітопланктону.

Для визначення видового складу водоростей використовували вітчизняні та іноземні посібники [1, 7—13, 18, 22, 23] з урахуванням даних монографій [15, 20]. Біотопічну приуроченість та географічне поширення водоростей визначали згідно з прийнятою альгологами системою для континентальних водойм [6], галобність — за системою Кольбе [16], відношення до рН — за шкалою Хустедта в інтерпретації М.М. Давидової [4]. Індикаторна значущість видів-показників сапробності встановлена за методом Пантле-Букка [19] в модифікації Складечека [24, 25].

Об'єм клітин розраховували за загальноприйнятими геометричними формулами на основі лінійних розмірів водоростей, які прирівнювали до найбільш подібних геометричних фігур [17].

Результати досліджень та їх обговорення

За досліджуваній період у фітопланктоні Тетерева було визначено 309 видів (355 таксонів внутрішньовидового рангу включно з тими, що містять номенклатурний тип виду) з 8 відділів.

Фітопланктон річки формують види з суттєво різними розмірними характеристиками: дрібноклітинні синьозелені — *Oscillatoria planctonica* Wolosz., *O. amphibia* Ag., *Microcystis pulverea* (Wood) Forti emend. Elenk., об'єм яких не перевищує 2—6 мкм³, пенатні діатомеї з великими клітинами — *Cymbella tumidula* Grun. in A. S. et al., *Gyrosigma spenceri* (Quek.) Grif. et Henf. (3974—5030 мкм³), гігантська динофітова водорість *Ceratium hirundinella* (O. Müll.) Bergh (68360 мкм³). Висока розмірна різноманітність фітопланктону, очевидно, забезпечує найповнішу адаптацію автотрофної ланки до існуючих екологічних умов, що є базисом для максимального синтезу первинної продукції і фотоаерації водної товщі та формування оптимальних умов для функціонування гідробіонтів вищих трофічних рівнів. Проте за умови г-відбору, характерного для евтрофованих річок [14], селективну перевагу отримують види, які швидко ростуть, з великим співвідношенням поверхня : об'єм, незначними розмірами клітин і високою продуктивністю. В евтрофних водоймах цим умовам відповідають центричні діатомові (*Stephanodiscus* Ehr., *Cyclotella* Kütz., *Aulacoseira* Thw.) та зелені (хлорококові) водорості. З меншою яскравістю склад масових форм фітопланктону утворюють вольвоксові із зелених (*Chlamydomonas* Ehr.), динофітові (*Peridinium* Ehr.), еугленові (*Euglena* Ehr.,

Trachelomonas Ehr., *Phacus* Duj.), золотисті (*Synura* Ehr., *Chrysococcus* Klebs). Представники цих відділів є фітоценотично більш значущими у верхній ділянці річки, розвиваючись разом із бентосно-епіфітними діатомовими. У водосховищах різко зростає роль *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs та *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk.

Аналіз біотопічної приуроченості водоростей засвідчив домінування в альгофлорі широкоареальних видів. Майже половина видів (50,2 %) належать до планктонних форм (табл. 1).

На нашу думку, домінування в автотрофній ланці планктонних форм є найоптимальнішим механізмом енергетичного та кисневого забезпечення функціонування річкової екосистеми, оскільки саме планктонні форми характеризуються високим рівнем адаптації до різких змін гідрологічного режиму, високої турбулентності, дощових паводків.

Розподіл за відділами водоростей різних екологічних груп є таким: комплекс планктонних організмів переважає у Chlorophyta, Cyanophyta та Dinophyta; у Bacillariophyta, Euglenophyta, Chrysophyta екологічний спектр формують здебільшого бентосні види (у діатомових) і форми, приурочені до прибережних мілководних біотопів (евгленові, золотисті, жовтозелені та діатомові). Гетерогенність фітопланктону за біотопічною приуроченістю відображає специфіку річкових екосистем і вказує на роль гідродинаміки як фактора, що формує структуру угруповань.

Детальний аналіз розподілу різних екологічних груп водоростей за ділянками Тетерева засвідчує, що підвищення значення пелагічного комплексу видів (внутрішньовидових таксонів) і зменшення кількості бентосних та перифітонних форм від верхньої ділянки Тетерева з водосховищами до середньої та нижньої ділянок, які практично не зазнали гідротехнічного будів-

Таблиця 1. Кількість таксонів видового та внутрішньовидового рангів із різних екологічних груп у фітопланктоні р. Тетерів

Відділ	Екологічна група				
	планктонні	бентосні	літоральні	епібійонтні	мешканці обростань
Cyanophyta	16(18)	—	5(6)	—	—
Euglenophyta	7(7)	—	13(25)	—	—
Dinophyta	4(4)	—	—(1)	—	—
Chrysophyta	4(4)	—	12(12)	—	—
Cryptophyta	1(1)	—	1(1)	—	—
Xanthophyta	2(2)	—	3(3)	—	—
Bacillariophyta	15(16)	26(31)	23(27)	—	12(12)
Chlorophyta	88(93)	—	8(9)	1(1)	—
Разом	137(145)	26(31)	65(84)	1(1)	12(12)

Примітка. Тут і в таблицях 2—5 у дужках наводиться кількість таксонів внутрішньовидового рангу, включаючи ті, що містять номенклатурний тип виду.

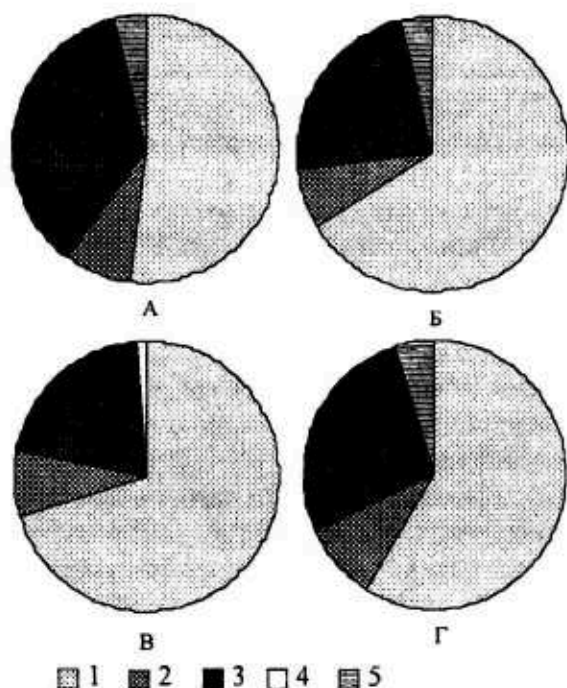


Рис. 1. Співвідношення водоростей різних екологічних груп в альгофлорі верхнього (А), середнього (Б), нижнього (В), зарегульованого (Г) Тетерева. Умовні позначення видів: 1— планктонні, 2— бентосні, 3— літоральні, 4— епібіотні, 5— мешканці обростань

Fig. 1. Proportion of algae of various ecological groups in the algal flora of the upper reaches (A), the down reaches (B), the middle reaches (B), the regulated stretch (Г) of Teteriv river. Symbols indicate of species: 1— planktonic, 2— benthic, 3— littoral, 4— epibiotic, 5— periphytic

ништва, відображає специфіку абіотичних умов водойм зі сповільненим водообміном (рис. 1).

За географічним поширенням водоростеві угруповання Тетерева є гетерогенними, основу їх флористичного списку складають космополіти (92 % видів зі з'ясованим географічним поширенням). Переважання видів-космополітів у річках помірною поясу Європи досить поширене явище, зокрема, на домінування космополітичних видів у фітопланктоні р. Волги та її водосховищ вказував О.Г. Охупкін [14]. Представники бореальної флори становлять

Таблиця 2. Географічне поширення таксонів видового та внутрішньовидового рангів фітопланктону р. Тетерів

Виділі	Географічна група			
	космополіти	північно-альпійські	бореальні	субтропічні
Суанophyta	86(93)	—	2(2)	—
Euglenophyta	18(28)	—	— (1)	—
Dinophyta	4(5)	—	—	—
Chrysophyta	5(5)	—	3(3)	—
Cryptophyta	2(2)	—	—	—
Xanthophyta	3(3)	—	—	—
Bacillariophyta	63(71)	3(4)	10(13)	1(1)
Chlorophyta	86(93)	—	2(2)	—
Разом	267(300)	3(4)	17(21)	1(1)

6 %, північно-альпійської — 1 %, субтропічної — менше 1 %. Ймовірно, це пов'язано з тим, що басейн річки знаходиться в унікальному ландшафтно-географічному районі, розташованому неподалік від європейського вододілу — відповідно, й альгофлора формується з представників північної і південної флор з домінуванням видів-космополітів (табл. 2).

Більшість представників водоростевих угруповань планктону Тетерева є прісноводними формами (частка індиферентів становить 69 % від числа водоростей, для яких знайдено літературні дані). Частка олігогалобів становить 15 %, галофобів — 7 %, галофілів — 8 %, мезогалобів — 1 %. При цьому галофілів було найбільше (10 %) у нижній ділянці Тетерева, а найменше (6 %) — у водосховищах, де водночас виявлено максимальну кількість галофобів (7%) (табл. 3).

За відношенням до рН водорості планктонних угруповань Тетерева ранжували на: індиференти — 55 %, алкофіли — 39 %, ацидофіли і ацидобионти — 6 % (табл. 4).

Таблиця 3. Розподіл за галобністю таксонів видового та внутрішньовидового рангів у фітопланктоні р. Тетерів

Відділ	Олігогалоби	Галофоби	Індиференти	Галофіли	Мезогалоби
Cyanophyta	8(8)	—	9(11)	4(5)	—
Euglenophyta	1(2)	3(4)	15(23)	—	—
Dinophyta	2(3)	—	2(2)	—	—
Chrysophyta	2(2)	—	1(1)	—	—
Cryptophyta	—	—	1(1)	1(1)	—
Xanthophyta	2(2)	—	1(1)	—	—
Bacillariophyta	6(6)	6(7)	52(60)	10(12)	2(2)
Chlorophyta	13(13)	3(7)	70(73)	1(1)	—
Разом	34(36)	12(18)	151(172)	16(19)	2(2)

Таблиця 4. Розподіл за відношенням до рН таксонів видового та внутрішньовидового рангів водоростей планктону р. Тетерів

Відділ	Ацидофіли та ацидобионти	Індиференти	Алкофіли
Cyanophyta	2(2)	6(6)	—
Euglenophyta	—	10(14)	4(4)
Dinophyta	—	2(3)	—
Chrysophyta	—	3(3)	—
Cryptophyta	—	1(1)	—
Xanthophyta	—	3(3)	—
Bacillariophyta	4(5)	20(23)	44(49)
Chlorophyta	2(2)	21(26)	3(3)
Разом	8(9)	66(79)	51(56)

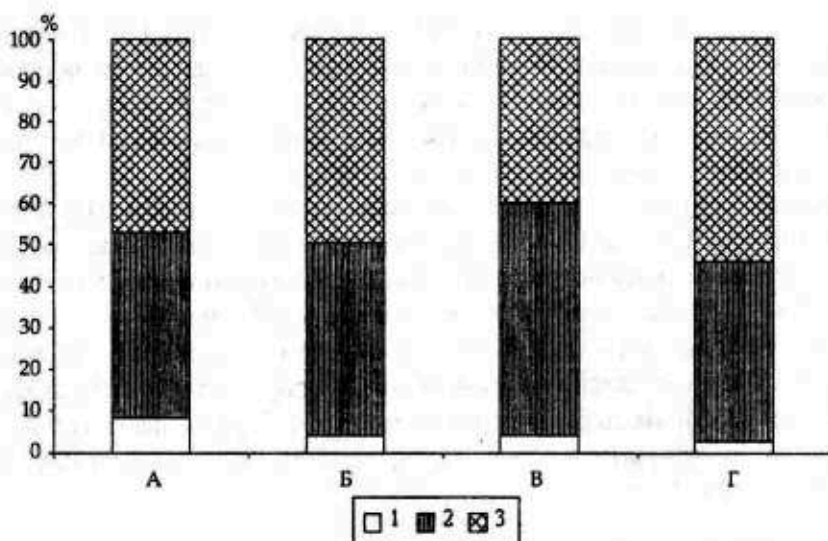


Рис. 2. Співвідношення кількості таксонів видового та внутрішньовидового рангів фітопланктону за відношенням до рН в альгофлорі верхнього (А), середнього (Б), нижнього (В), зарегульованого (Г) Тетерева. У м о в н і п о з н а ч е н н я видів: 1 — ацидофіли та ацидобіонти, 2 — індиференти, 3 — алкофіли

Fig. 2. Proportion of phytoplankton species and infraspecies taxa according to pH-relation in the algal flora of the upper reaches (A), the down reaches (Б), the middle reaches (В), the regulated stretch (Г) of Teteriv river. S y m b o l s i n d i c a t e of species: 1 — acidophilous and acidobiotic, 2 — indifferent, 3 — alkaliphylous

При цьому число алкофілів у верхній та середній ділянках Тетерева переважало над кількістю індиферентів (рис. 2).

Сапробіологічна характеристика якості води Тетерева представлена на основі співвідношення видів-індикаторів, які визначають різний стан органічного забруднення водної товщі. Репрезентативність отриманих результатів базується на тому, що 57 % видових та внутрішньовидових таксонів є індикаторами органічного забруднення водойм, ранжування останніх за зонами сапробності показало, що у фітопланктоні Тетерева переважають β-мезосапроби (50 %), хоча досить різноманітними є індикатори проміжного рівня забруднення між β-мезо- та олігосапробним (17 %), β-α- та α-β-мезосапробним (10 %), а також олігосапроби (11 %). Частка α-мезосапробів, α-мезо-полісапробів та ρ-сапробних видів у Тетереві загалом становила 10 % (табл. 5).

Результати наших досліджень видового складу водоростевих угруповань планктону та екологічну характеристику фітопланктону Тетерева, складену згідно з ними, ми співставили з літературними відомостями. Ретроспективний аналіз засвідчив, що в літературі є лише фрагментарні відомості щодо сапробності річки в районі кількох станцій відбору проб. Ділянку Тетерева вище м. Житомира (с. Дениші) Т.В. Догадіна за даними досліджень 1971 р. [5] характеризувала як олігосапробну з деякими рисами β-мезосапробності, тобто як практично чисту. Ми ж визначили її як β-мезосапробну (частка видів-

Таблиця 5. Розподіл за сапробністю індикаторних видів та внутрішньовидових таксонів фітопланктону р. Тетерів

Відділ	Сапробність								Загальне число видів
	x(x)	x-o o-x	o	o-v v-o	v	v-b b-v	b	b-c c-b	
Euglenophyta	—	—	2(2)	4(4)	6(10)	2(4)	1(2)	3(4)	18(26)
Dinophyta	—	1(1)	3(4)	—	—	—	—	—	4(5)
Chrysophyta	—	—	—	4(4)	2(2)	—	—	—	6(6)
Cryptophyta	—	—	—	—	—	1(1)	1(1)	—	2(2)
Xanthophyta	1(1)	—	—	—	1(1)	—	—	—	2(2)
Bacillariophyta	2(2)	—	13(13)	14(14)	21(29)	9(9)	6(6)	3(3)	68(76)
Chlorophyta	—	—	3(4)	7(8)	50(51)	4(4)	1(1)	—	65(68)
Разом	3(3)	1(1)	21(23)	33(34)	89(103)	18(20)	12(13)	6(7)	183(204)

індикаторів β -мезосапробності становить 59 %) зі значним вмістом оліго- β -мезо- та олігосапробів (загалом 31 %), частка α -мезосапробів і α - β -мезосапробів становила загалом 9 %. До погіршення сапробіологічного статусу водойми, очевидно, призвело масштабне гідротехнічне будівництво упродовж 1970-х рр., обсяги якого були найбільшими у верхньому Тетереві (досліджена Т.В. Догадіною річкова ділянка поблизу с. Дениші до 1978 р. не була зарегульованою). Внаслідок створення водойм зі сповільненим водообміном виникли застійні зони, що, ймовірно, зумовлює затримання та осад значної кількості органічних речовин, зокрема антропогенного походження, а, отже, і погіршення сапробіологічного статусу водойми. Погіршення якості води верхнього Тетерева також пов'язане з посиленням урбанізації прилеглих територій, що збільшує обсяги політантів органічної природи, які надходять у річку.

Ділянку Тетерева нижче міст Житомира та Коростишева В.В. Полішук у 1971 р. характеризував як β - α -мезосапробну [3], Т.В. Догадіна [5] відзначила переважання α - β -мезосапробних форм. Згідно з нашими даними, тут домінують β -мезосапроби та індикатори проміжного між β -мезо- і оліго-сапробним (61 і 26 %, відповідно) ступеня забруднення, проте частка α -мезосапробів, α - β -мезосапробів, α -мезо-полісапробів та полі- α -мезосапробів на цій ділянці була найвищою (в сумі — 13 %) по річці. Це є свідченням того, що самоочисна здатність Тетерева не забезпечує нормальне функціонування річкової екосистеми за існуючого рівня антропогенного навантаження.

Висновки

Дослідження водоростевих угруповань планктону всієї акваторії р. Тетерів дали змогу вперше на великому масиві натурних даних представити екологічну характеристику фітопланктону річки як у цілому, так і окремих її ділянок — верхньої з водосховищами, середньої та нижньої. Фітопланктон сфор-

мований планктонними видами (50 %), мешканцями бенталі, обростань і прибережних мілководних біотопів (загалом майже 50 %), що є характерним для річкових екосистем з досить високою гідродинамічною активністю, яка впливає на структуру угруповань. Видовий склад фітопланктону водосховищ та верхньої ділянки Тетерева, в якій вони розташовані, збагачений літоральними елементами (27 та 36 %, відповідно).

Основу флористичного списку складають космополіти (92 %), прісноводні форми (69 %), що мешкають у нейтральних або слабколужних водах (індиференти — 55 % і алкофіли — 39 %).

За відношенням до ступеня органічного забруднення водної товщі склад водоростей — показників сапробності — на 50 % утворений β -мезосапробами, хоча досить різноманітними є індикатори проміжного ступеня забруднення між β -мезо- та олігосапробним (17 %), β - α - і α - β -мезосапробним (10 %), а також олігосапроби (11 %). Погіршення сапробного стану середньої ділянки р. Тетерів є наслідком антропогенного пресу на її екосистему.

1. Асаул З.І. Визначник евгленових водоростей Української РСР. — К.: Наук. думка, 1975. — 407 с.
2. Васенко О.Г., Верніченко Г.А. Комплексне планування та управління водними ресурсами. — К., 2001. — 367 с.
3. Поліщук В.В., Трав'янка В.С., Коненко Г.Д., Гарасевич І.Г. Гідробіологія і гідрохімія річок Правобережного Придніпров'я. — К.: Наук. думка, 1978. — 270 с.
4. Давыдова Н.Н. Диатомовые водоросли — индикаторы природных условий водоемов в голоцене. — Л., 1985. — 244 с.
5. Догадіна Т.В. Характеристика альгофлори різних ділянок р. Тетерева // Укр. ботан. журн. — 1975. — 32, № 1. — С. 19—23.
6. Каталог растений и животных водоемов бассейна Волги / Под ред. В.Н. Яковлева. — Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2000. — С. 3—133
7. Кондратьева Н.В. Синьозелені водорості — Cyanophyta. Клас гормогонієві — *Нортгогоніорфусеае* // Визначник прісноводних водоростей Української РСР. — Вип. 1, ч. 2. — К.: Наук. думка, 1968. — 523 с.
8. Кондратьева Н.В., Коваленко О.В., Приходько Л.П. Синьозелені водорості — Cyanophyta // Визначник прісноводних водоростей Української РСР. — Вип. 1, ч. 1. — К.: Наук. думка, 1984. — 338 с.
9. Коршиков О.А. Volvocineae // Визначник прісноводних водоростей УРСР. — Вип. 4. — К.: Вид-во АН УРСР, 1938. — 184 с.
10. Коршиков О.А. Підклас протококові (*Protococcineae*). Вакуольні (*Vacuolales*) та Протококові (*Protococcales*) // Визначник прісноводних водоростей УРСР. — Вип. 5. — К.: Вид-во АН УРСР, 1953. — 440 с.
11. Матвієнко О.М. Золотисті водорості — Chrysophyta // Визначник прісноводних водоростей УРСР. — Вип. 3, ч. 1. — К.: Наук. думка, 1965. — 367 с.
12. Матвієнко О.М., Догадіна Т.В. Жовтозелені водорості — Xanthophyta // Визначник прісноводних водоростей УРСР. — Вип. 10. — К.: Наук. думка, 1978. — 509 с.
13. Мошкова Н.А., Голлербах М.М. Зеленые водоросли. Класс улотрикссовые (1). Порядок улотрикссовые // Определитель пресноводных водорослей СССР. — Вип. 10. — Л.: Наука, 1986. — 360 с.
14. Охалкин А.Г. Видовой состав фитопланктона как показатель условий существования в водотоках разного типа // Ботан. журн. — 1998. — 83, № 9. — С. 1—13.
15. Разнообразие водорослей Украины // Альгология. — 2000. — 10, № 4. — 309 с.

16. Прошкина-Лавренко А.И. Дiatомовые водоросли — показатели солености // Диатомовый сборник. — Л., 1953. — Вып. 1. — С. 187—205.
17. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. — Киев: Вища школа, 1984. — 336 с.
18. Топачевський О.В., Оксіюк О.П. Діатомові водорості — Bacillariophyta // Визначник прісноводних водоростей Української РСР. — Вип. 9. — К.: Наук. думка, 1960. — 411 с.
19. Унифицированные методы анализа вод / Под ред. Ю.Ю. Лурье. — М.: Химия, 1973. — 376 с.
20. Царенко П.М., Петлеванный О.А. Дополнение к разнообразию водорослей Украины. — К., 2001. — 130 с.
21. Шербак В.І. Методи досліджень фітопланктону // Методичні основи гідробіол. досліджень водних екосистем. — К., 2002. — С. 41—47.
22. Hiddak F. Studies on Chlorococcal algae (*Chlorophyceae*) // Biol. Pr. (Bratislava). — 1977. — 23, № 4. — 190 p.; 1984. — 30, № 1. — 308 p.
23. Kramer K., Lange-Bertalon H. Bacillariophyceae. I Teil. // Süsswasserflora von Mitteleuropa. Jena. — 1986. — 876 s.
24. Sladeczek V. A guide to limnosaprobical organisms // Sb. Vysoky školy chem.-technol. v Praze. Technologie vody. — 1963. — Bd. 7, № 2. — S. 543—612.
25. Sladeczek V. Diatoms as indicators of organic pollution // Acta Hydrochim. Hydrobiol. — 1986. — Vol. 14, № 5. — P. 555—566.

Рекомендує до друку
Я.П. Ділух

Надійшла 01.04.2005

В.И. Шербак¹, Ю.С. Кузьминчук²

¹ Інститут гідробіології НАН України, г. Київ

² Житомирський державний університет ім. Івана Франка

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА РЕЧНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ р. ТЕТЕРЕВ)

Представлена экологическая характеристика фитопланктона р. Тетерев как в целом, так и отдельных ее участков — верхнего, среднего, нижнего и зарегулированного. Приведены данные относительно размерного спектра клеток водорослей планктона. Показано распределение водорослей разных экологических групп по отделам.

V.I. Scherbak¹, Yu.S. Kusminchuk²

¹ Institute of hydrobiology, Kyiv

² Ivan Franco Zhytomyr State University

ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE RIVER PHYTOPLANKTON (ON THE EXAMPLE OF THE TETERIV RIVER)

The paper considers ecological characteristics of phytoplankton in the Teteriv River both in general and in its different reaches (upper, down and regulated). The data on the algal cells dimensions of the river plankton are given. The proportions of algae belonging to various ecological groups in the divisions are shown.