

УДК: 574.583:556.54

П. С. Кутіщев, К. М. Гейна, І. М. Шерман, Ю. М. Воліченко

СУЧАСНИЙ СТАН ФІТОПЛАНКТОНУ ДНІПРОВСЬКО-БУЗЬКОЇ ГИРЛОВОЇ СИСТЕМИ

Вивчено якісний і кількісний склад фітопланктону впродовж 2002—2015 рр. Встановлено відносно високий ступінь видового різноманіття фітопланктону для Дніпровсько-Бузької гирлової системи. Індекс Шеннона — Уівера (H) для всієї вододойми становить 2,35 з достатньо високим індексом вирівняності Пієла ($e = 0,84$). Виявлено тенденцію минулого і сучасного існування взаємозв'язку між біомасою фітопланктону та об'ємами річкового стоку в пониззя Дніпра. Рівень залежності збільшується у напрямку від східного ($R^2 = 0,5913$) до центрального районів Дніпровського лиману ($R^2 = 0,6415$) з поступовим зниженням до його західного району ($R^2 = 0,4729$) та Бузького лиману ($R^2 = 0,4467$). Наголошено, що саме це обумовлює динаміку біомаси фітопланктону у пониззі Дніпра та Дніпровському лимані, зокрема у його центральній частині.

Ключові слова: Дніпровсько-Бузька гирлова система, фітопланктон, вивчене різноманіття, таксони, чисельність, біомаса.

Динаміка якісного, кількісного розвитку і просторового розподілу фітопланктону у Дніпровсько-Бузькій гирловій системі залежить від низки факторів. Найважливішим є мінералізація води у різних районах, яка тісно пов'язана і залежить від стоку Дніпра, де головним фактором є динаміка попусків води з Каховського водосховища.

Існуюча на сьогодні інформація, у поєднанні з результатами попередніх наукових напрацювань, які свідчать про суттєві зміни гідробіологічного режиму річкового стоку, переконливо вказують на актуальність вивчення первинного продуценту — фітопланктону в акваторії, де простежується подальша трансформація стоку Дніпра.

У водоймах Дніпровсько-Бузької гирлової системи зареєстровано 384 види, які належать до семи систематичних відділів фітопланктону. Найбільша різноманітність відмічена у зелених та діатомових водоростей — відповідно 131 та 130 таксонів, а у складі синьозелених зафіксовано 65 видів. В той же час у дінофітових, евгленових та золотистих водоростей кількість таксонів коливалась від 6 до 19 [1].

Видове різноманіття фітопланктону у Дніпровсько-Бузькій гирловій системі є достатньо широким. У східному районі Дніпровського лиману

© П. С. Кутіщев, К. М. Гейна, І. М. Шерман, Ю. М. Воліченко, 2018

zareestrovano 207 vidiv, u centralnomu — 236 ta u zahidnomu — 269. U Buзькому лимані кількість видів дорівнює 233, а у пониззі Дніпра — 169 [2].

Ціль роботи — дослідження сучасного стану фітопланктону Дніпровсько-Бузької естуарної системи і його сезонної динаміки протягом останніх років.

Матеріал і методика досліджень. Роботи виконували на акваторії Дніпровсько-Бузької гирлової системи впродовж 2002—2015 рр (рис. 1) Для забезпечення коректного порівняння отриманих раніше даних по окремих роках досліджень було використано принцип районування досліджуваної акваторії [1].

Збір та обробку натурних матеріалів для вивчення фітопланктону проводили у відповідності до загально визнаних методик та існуючих керівництв [3—6].

Для опису видового різноманіття фітопланктону застосовували індекс біологічного різноманіття Шеннона — Уівера (H) [16]. Відносний розподіл певних гідробіонтів серед інших видів характеризували за індексом вирівняності Піела (e) [8]. Схожість видового складу гідробіонтів оцінювали за коефіцієнтами видової подібності Серенсена (K), а кількісний вираз домінування окремих видів — за індексом домінування (C) [9].

Результати досліджень та їх обговорення

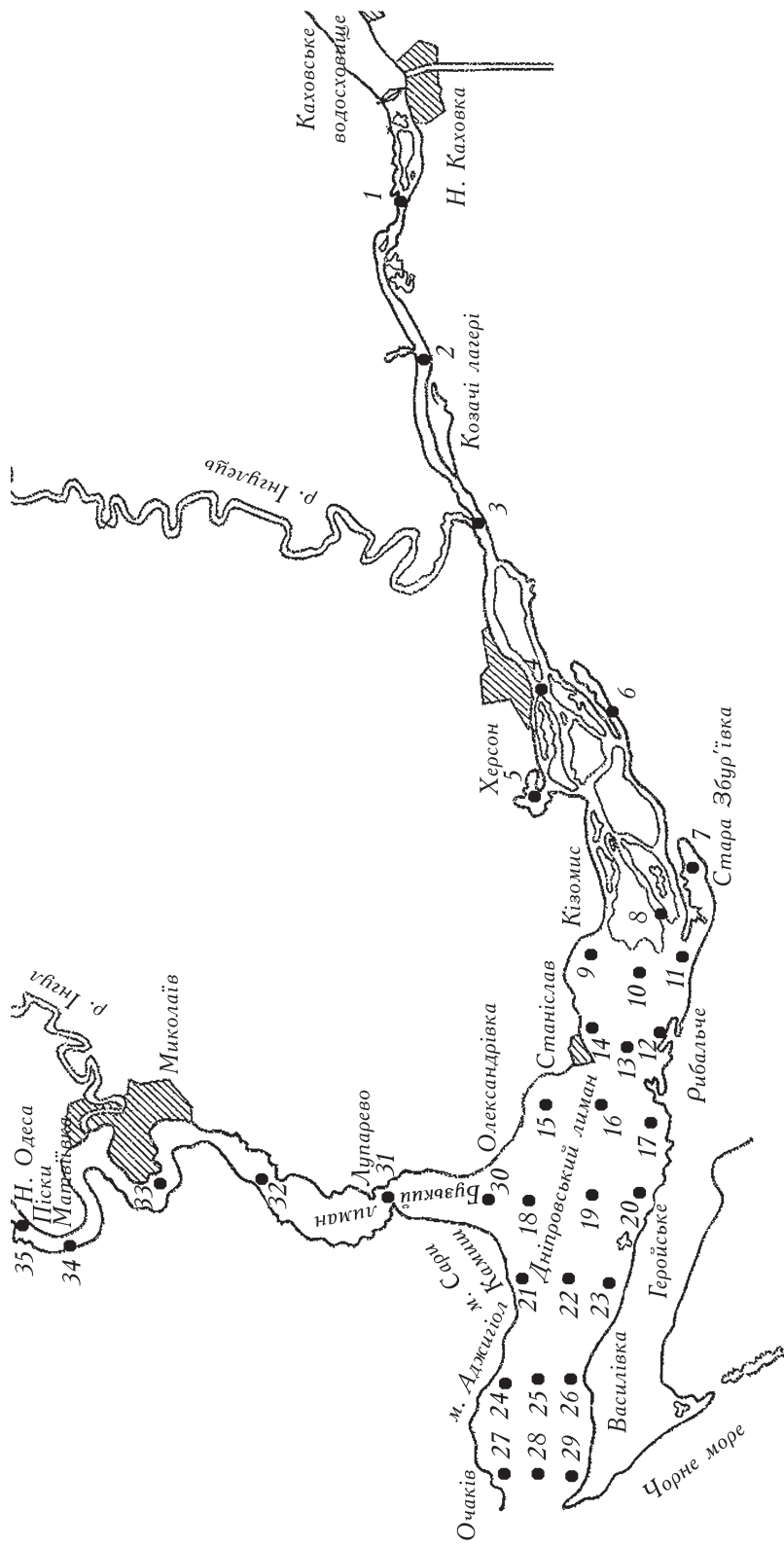
Встановлено високе видове різноманіття фітопланктону у Дніпровсько-Бузькій гирловій системі — індекс H загалом для всієї водойми становив 2,35, з достатньо високим індексом вирівняності e , який дорівнює 0,84 (рис. 2).

В той же час між акваторіями гирлової системи є і певні відмінності. Найвища різноманітність фітопланктону відмічена у Бузькому лимані ($H = 2,29$), західному та східному районах Дніпровського лиману ($H = 2,27—2,29$). При цьому спостерігається і відносна однорідність видового складу, коли значення індекса Піела (e) були найближчими до одиниці і становили 0,79—0,82.

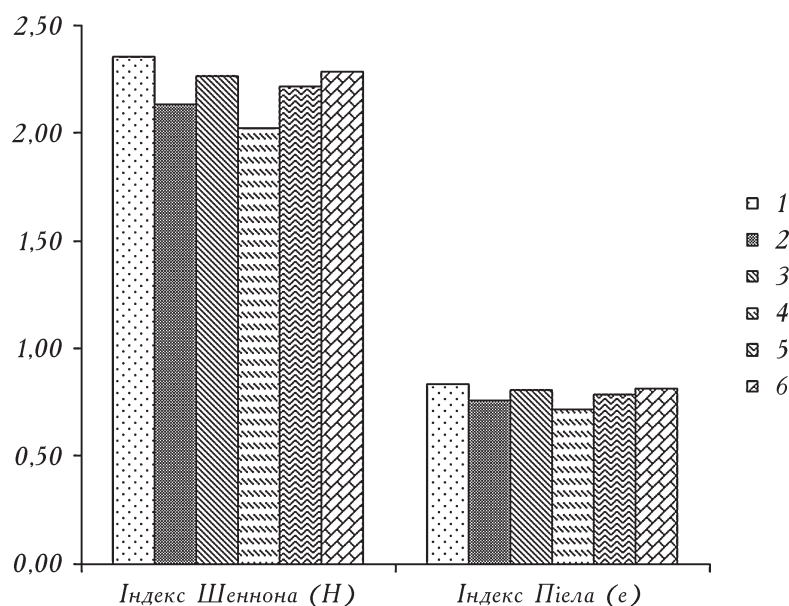
Найбільш низька різноманітність фітопланктону відмічена для центрального району Дніпровського лиману, де за кількістю видів спостерігалось явне домінування зелених та діатомових водоростей.

Серед водойм Дніпровсько-Бузької гирлової системи найбільш близьким є видовий склад синьозелених водоростей Бузького та Дніпровського (центрального, східного району) лиманів. Значення коефіцієнта видової подібності тут максимально наближені до одиниці ($K = 0,98—0,99$), тобто їхній видовий склад є практично ідентичним [10].

Рівень подібності видового складу синьозелених водоростей пониззя Дніпра та західного району Дніпровського лиману за коефіцієнтом видової



1. Карта-схема станцій відбору гідробіологічних проб [1].



2. Ступінь видового різноманіття фітопланктону Дніпровсько-Бузької гирлової системи: 1 — ДБГС; 2 — пониззя Дніпра; 3—5 — східний, центральний та західний райони Дніпровського лиману; 6 — Бузький лиман.

подібності закономірно збільшується від 0,77 до 0,96 (табл. 1). Це пояснюється тим, що стік Дніпра, а відповідно і поверхневий фітостік, є потужнішим, ніж з Південного Бугу.

Зелені водорості за кількістю видів є найрізноманітнішими. Найбільш подібний їхній видовий склад відмічено у західному районі Дніпровського лиману та Бузькому лимані ($K = 1,00$). При цьому у пониззі Дніпра, східному та центральному районах Дніпровського лиману також існує висока подібність видового складу зелених водоростей, що підтверджує значення коефіцієнту Серенсена — 0,96—0,98.

Діатомові водорості по всій акваторії Дніпровсько-Бузької гирлової системи також достатньо розповсюджені. Відмічено поступове зниження різноманітності від пониззя Дніпра до західного району Дніпровського лиману з подальшим збільшенням до Бузького лиману.

Найбільш висока ступінь подібності у видовому складі діатомових водоростей відмічена у центральному та західному районах Дніпровського лиману — коефіцієнт Серенсена 0,99.

Для інших відділів фітопланктону, де кількість зареєстрованих видів була значно нижчою, ступінь подібності видового складу навіть досягав максимального показника ($K = 1,00$). Зокрема, це було характерним для евгленових,

1. Матриця подібності вибірових сукупностей розподілу фітопланктону за районами Дніпровсько-Бузької гирлової системи (згідно коефіцієнту Серенсена)

Райони водойми	Пониззя Дніпра	Дніпровський лиман			Бузький лиман
		східний р-н	центральний р-н	західний р-н	
Cyanophyta					
Пониззя Дніпра	—	0,88	0,89	0,96	0,89
Східний р-н	0,88	—	0,98	0,84	0,77
Центральний р-н	0,89	0,98	—	0,93	0,99
Західний р-н	0,96	0,84	0,93	—	0,93
Бузький лиман	0,89	0,77	0,99	0,93	—
Chlorophyta					
Пониззя Дніпра	—	0,98	0,96	0,88	0,88
Східний р-н	0,98	—	0,93	0,86	0,86
Центральний р-н	0,96	0,93	—	0,93	0,93
Західний р-н	0,88	0,86	0,93	—	1,00
Бузький лиман	0,88	0,86	0,93	1,00	—
Bacillariophyta					
Пониззя Дніпра	—	0,69	0,57	0,56	0,73
Східний р-н	0,69	—	0,86	0,85	0,95
Центральний р-н	0,57	0,86	—	0,99	0,81
Західний р-н	0,56	0,85	0,99	—	0,80
Бузький лиман	0,73	0,95	0,81	0,80	—
Dinophyta					
Пониззя Дніпра	—	0,67	0,57	0,60	0,60
Східний р-н	0,67	—	0,89	0,92	0,92
Центральний р-н	0,57	0,89	—	0,97	0,97
Західний р-н	0,60	0,92	0,97	—	1,00
Бузький лиман	0,60	0,92	0,97	1,00	—
Euglenophyta					
Пониззя Дніпра	—	0,92	0,80	0,67	0,91
Східний р-н	0,92	—	0,73	0,74	0,83
Центральний р-н	0,80	0,73	—	0,50	0,89
Західний р-н	0,67	0,74	0,50	—	0,59
Бузький лиман	0,91	0,83	0,89	0,59	—

Проговження табл. 1

Райони водойми	Пониззя Дніпра	Дніпровський лиман			Бузький лиман
		східний р-н	центральний р-н	західний р-н	
Chrysophyta					
Пониззя Дніпра	—	1,00	0,46	0,82	0,89
Східний р-н	1,00	—	0,46	0,82	0,89
Центральний р-н	0,46	0,46	—	0,60	0,55
Західний р-н	0,82	0,82	0,60	—	0,93
Бузький лиман	0,89	0,89	0,55	0,93	—
Xanthophyta					
Пониззя Дніпра	—	0,75	0,86	0,80	0,86
Східний р-н	0,75	—	0,89	0,57	0,89
Центральний р-н	0,86	0,89	—	0,67	1,00
Західний р-н	0,80	0,57	0,67	—	0,67
Бузький лиман	0,86	0,89	1,00	0,67	—

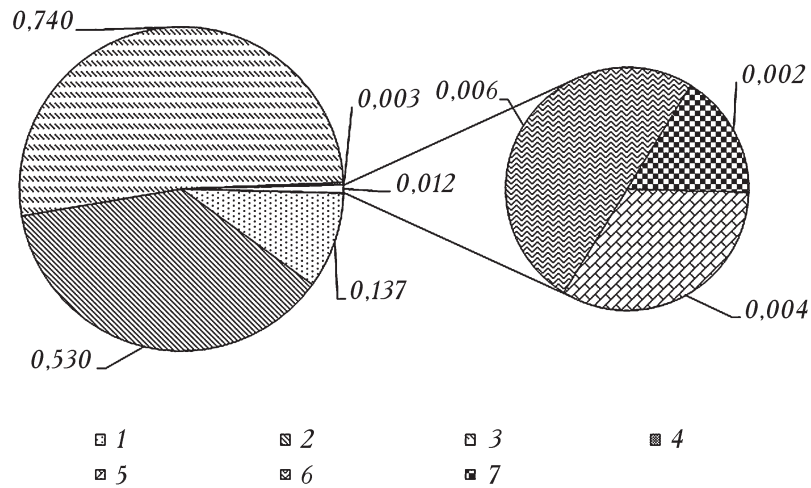
жовтозелених та золотистих водоростей у Бузькому лимані і східному районі Дніпровського.

Для кількісної характеристики ступеню видового домінування окремих відділів фітопланктону Дніпровсько-Бузької гирлової системи були розраховані відповідні індекси домінування (рис. 3).

За кількістю зареєстрованих видів найбільш різноманітними у складі фітопланктону Дніпровсько-Бузької гирлової системи можна вважати діатомові ($C = 0,740$) та зелені ($C = 0,530$) водорості. Видове різноманіття синьо-зелених, а також інших водоростей є нижчим.

Основу біомаси фітопланктону досліджуваної акваторії впродовж всього періоду досліджень формували діатомові, зелені та синьозелені водорості, коли їхня загальна масова частка становила 88,6%. При цьому домінуюче значення належало синьозеленим водоростям — 41,8% загальної біомаси (рис. 4).

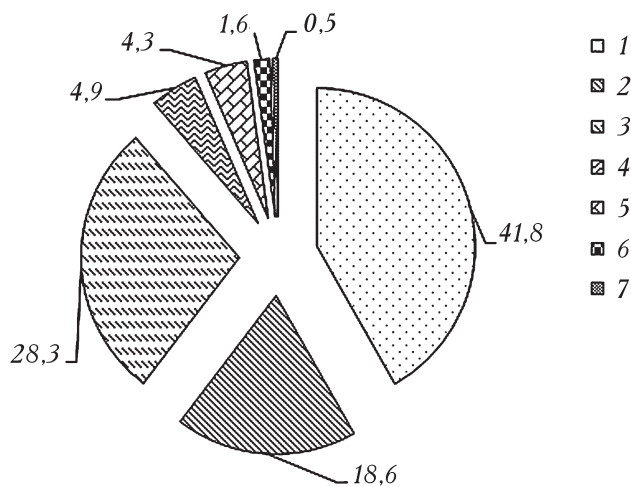
Подібна ситуація спостерігалась і для окремих районів Дніпровсько-Бузької гирлової системи. На всіх ділянках відмічено домінування синьозелених водоростей — 45,1—48,1% загальної біомаси фітопланктону. На другому місці знаходились діатомові водорості з приблизно рівним співвідношенням — у межах 22,4—24,5%. Зелені водорості найбільшого значення набували у Дніпровському лимані (20,4%), де відмічається змішування фітостоку Дніпра та Південного Бугу. Значення інших систематичних відділів фітопланктону



3. Индексы доминирования фитопланктону Дніпровсько-Бузької гирлової системи (за кількістю видів). Тут і на рис. 4, 5: 1 — Cyanophyta; 2 — Chlorophyta; 3 — Bacillariophyta; 4 — Dinophyta; 5 — Euglenophyta; 6 — Chrysophyta; 7 — Xanthophyta.

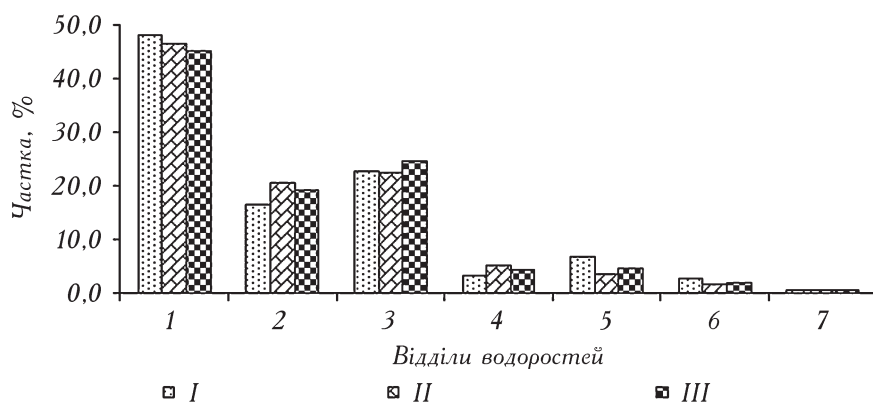
— дінофітових, евгленових, золотистих та жовтозелених — у формуванні біомаси було на значно нижчому рівні — від 0,4 до 6,7% (рис. 5).

Таким чином, структуру фитопланктону Дніпровсько-Бузької гирлової системи можна вважати відносно однорідною. Проте, за різними роками досліджень відмічались певні особливості у кількісних показниках біомаси по районах Дніпровсько-Бузької гирлової системи.



4. Таксономічна структура (%) біомаси фитопланктону Дніпровсько-Бузької гирлової системи.

Біомаса фитопланктону у Дніпровсько-Бузькій гирловій системі впродовж 2002—2015 рр. знаходилась в межах $3,76 \pm 0,34$ — $8,78 \pm 1,60$ г/м³. При цьому слід зауважити, що вказані граничні показники реєструвалися у 2002 та 2006 рр. [2].



5. Таксономічна структура (%) біомаси фітопланктону за районами Дніпровсько-Бузької гирлової системи: I — пониззя Дніпра; II — Дніпровський лиман; III — Бузький лиман.

По акваторії Дніпровсько-Бузької гирлової системи зростання біомаси фітопланктону відбувалось у напрямку від пониззя Дніпра до Дніпровського та Бузького лиманів. Найвища біомаса відмічалась у центральному районі Дніпровського лиману, що обумовило середній за період досліджень показник біомаси на рівні $6,31 \pm 0,46 \text{ г/м}^3$ (табл. 2).

Впродовж періоду досліджень спостерігались певні відмінності у рівні розвитку фітопланктону. На фоні відносної стабільності біомаси відмічено особливості, які пов'язані з об'ємами річкового стоку Дніпра. На залежність динаміки біомаси фітопланктону у Дніпровсько-Бузькій гирловій системі, зокрема у Дніпровському та Бузькому лиманах, вказують як сучасні, так і попередні напрацювання [1, 10—14]. Пропонується достатньо сучасна та коректніша характеристика розвитку фітопланктону за роками у розрізі складових водойм Дніпровсько-Бузької гирлової системи.

На початок досліджень у пониззі Дніпра спостерігалась незначна тенденція до зниження біомаси фітопланктону — з $6,77 \pm 0,33 \text{ г/м}^3$ у 2002 р. до $5,19 \pm 0,32 \text{ г/м}^3$ — у 2005 р. У формуванні біомаси фітопланктону даного району Дніпровсько-Бузької гирлової системи завжди домінували синьозелені та діатомові водорості. Їхня частка впродовж 2002—2005 рр. коливалась від 74,4 до 90,4%. Співвідношення розглянутих груп фітопланктону було приблизно рівним. Винятком виступав лише 2002 р., коли частка синьозелених водоростей склала 14,0%, а діатомових — 70,2% загальної біомаси фітопланктону.

У подальші роки (2006—2010 рр.) динаміка біомаси фітопланктону у пониззі Дніпра мала нестабільний характер і змінювалась від $3,07 \pm 0,21$ до $6,79 \pm 0,51 \text{ г/м}^3$. Проте з 2011 по 2015 р. відмічалась відносно стала тенденція до зростання біомаси з $4,78 \pm 0,46$ до $6,15 \pm 0,55 \text{ г/м}^3$, що пов'язувалось з відповідними змінами річкового стоку.

2. Динаміка біомаси фітопланктону Дніпровсько-Бузької гірлової системи, г/м³

Роки	Пониззя Дніпра		Дніпровський лиман						Бузький лиман		Середнє по системі	
			східний район		центрального району		західний район					
	M ± m	Cv	M ± m	Cv	M ± m	Cv	M ± m	Cv	M ± m	Cv	M ± m	Cv
2002	6,77 ± 0,33	19,50	5,64 ± 0,38	23,34	10,75 ± 0,31	12,23	10,30 ± 0,41	13,79	10,37 ± 0,42	14,03	8,78 ± 1,6	27,08
2003	4,33 ± 0,41	37,88	5,68 ± 0,49	29,88	5,97 ± 0,44	31,27	3,31 ± 0,33	34,54	4,10 ± 0,36	30,42	4,68 ± 0,50	23,89
2004	3,32 ± 0,31	37,35	2,39 ± 0,18	26,09	5,42 ± 0,53	41,49	3,22 ± 0,26	27,97	6,89 ± 0,71	35,70	4,25 ± 0,83	43,58
2005	5,19 ± 0,32	24,66	4,36 ± 0,53	42,11	7,11 ± 0,92	54,90	4,64 ± 0,49	36,58	5,42 ± 0,78	49,85	5,33 ± 0,48	20,15
2006	3,07 ± 0,21	27,36	4,08 ± 0,40	33,96	4,88 ± 0,47	40,86	3,05 ± 0,37	42,02	3,66 ± 0,32	30,29	3,76 ± 0,34	20,37
2007	5,41 ± 0,38	28,10	3,98 ± 0,49	42,65	5,48 ± 0,69	53,42	6,89 ± 0,67	33,69	6,23 ± 0,76	42,26	5,60 ± 0,49	19,44
2008	6,79 ± 0,51	30,04	8,03 ± 0,90	38,83	8,66 ± 0,71	34,78	6,94 ± 0,70	34,94	7,91 ± 0,60	26,28	7,67 ± 0,35	10,26
2009	5,20 ± 0,44	33,85	4,49 ± 0,45	34,72	7,86 ± 1,02	55,06	6,92 ± 0,58	29,03	8,32 ± 0,94	39,14	6,56 ± 0,74	25,35
2010	4,63 ± 0,46	39,74	4,10 ± 0,55	46,47	5,15 ± 0,49	40,37	4,02 ± 0,42	36,19	5,40 ± 0,53	34,00	4,67 ± 0,27	13,16
2011	4,78 ± 0,44	36,82	4,05 ± 0,36	30,79	5,17 ± 0,48	39,39	3,77 ± 0,40	36,75	5,43 ± 0,58	37,00	4,64 ± 0,32	15,35
2012	5,14 ± 0,37	28,79	4,96 ± 0,51	35,62	5,26 ± 0,55	44,36	4,19 ± 0,52	42,99	6,15 ± 0,65	36,61	5,14 ± 0,31	13,65

Продовження табл. 2

Роки	Пониззя Дніпра		Дніпровський лиман						Бузький лиман		Середнє по системі	
	M ± m	Cv	східний район		центральный район		західний район		M ± m	Cv	M ± m	Cv
			M ± m	Cv	M ± m	Cv	M ± m	Cv				
2013	4,11 ± 0,41	39,90	4,59 ± 0,48	36,23	5,11 ± 0,45	37,36	5,92 ± 0,55	32,18	5,29 ± 0,50	32,74	5,00 ± 0,31	13,78
2014	5,81 ± 0,32	22,03	5,15 ± 0,55	37,00	5,67 ± 0,69	51,63	5,34 ± 0,72	46,71	5,87 ± 0,61	36,00	5,57 ± 0,14	5,59
2015	6,15 ± 0,55	35,77	6,38 ± 0,54	29,32	5,81 ± 0,45	32,86	6,02 ± 0,70	40,28	6,15 ± 0,63	35,49	6,10 ± 0,09	3,42
Сер. за період	5,05 ± 1,13	22,38	4,84 ± 0,35	7,33	6,31 ± 0,46	27,01	5,32 ± 0,54	37,86	6,22 ± 0,46	27,82	5,55 ± 0,36	24,48

Домінуючими завжди були синьозелені водорості, біомаса яких змінювалась від $1,41 \pm 0,39$ до $3,57 \pm 0,53$ г/м³. Відмічена тенденція до збільшення їхньої частки у формуванні загальної біомаси фітопланктону — від 41% до 58%. Серед видів і внутрішньовидових таксонів найчастіше реєструвались *Anabaena spiroides* Klebahn, *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralis., *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenkin, *Oscillatoria agardhii* f. *agardhii* Gom.

Максимальну біомасу діатомових водоростей у пониззі Дніпра зареєстровано у 2007 та у 2013 рр. — відповідно $1,48 \pm 0,33$ та $1,54 \pm 0,21$ г/м³. Деяко нижчі показники відмічено у 2008 та 2009 рр. — відповідно $1,25 \pm 0,21$ та $1,10 \pm 0,29$ г/м³. Мінімальна біомаса діатомових водоростей спостерігалась у 2006 та 2015 рр. — відповідно $0,38 \pm 0,11$ та $0,41 \pm 0,23$ г/м³.

На фоні нестабільної динаміки біомаси видовий склад діатомових змінювався несуттєво, домінуючими видами були *Melosira granulata* var. *angustissima* O. Müll. та *Diatoma hiemale* (Lyngb.) Heib. У заплавах водоемів з уповільненим водообміном спостерігався масовий розвиток *Nitzschia denticula* Grun.

Основу біомаси зелених водоростей у пониззі Дніпра (практично 100%) формували хлорококові. Біомаса змінювалась у широких межах — від 0,29 до 1,84 г/м³. Проте за більшістю проаналізованих років їхній розвиток можна вважати відносно рівномірним, коливання складало від $0,51 \pm 0,24$ до $0,91 \pm 0,29$ г/м³. При цьому відмічається стале підвищення питомої ваги зелених водоростей у

формуванні загальної біомаси фітопланктону пониззя Дніпра — з 9,4% (2006 р.) до 19,7—28,3% (2008 та 2012 рр.)

Розвиток евгленових, дінофітових, жовто-зелених та золотистих водоростей не відрізнявся високими показниками біомаси, які не перевищували $0,50 \pm 0,12$ г/м³, що відповідало не більше 16% біомаси фітопланктону у пониззі Дніпра.

У пониззі Дніпра розвиток фітопланктону відрізнявся від Дніпровського та Бузького лиманів. За розглянутими роками середня біомаса тут складала відповідно $5,49 \pm 0,39$ та $6,22 \pm 0,46$ г/м³, що поєднується з відсутністю або значно нижчою швидкістю течії. В той же час спостерігались певні відмінності у динаміці біомаси фітопланктону.

У Дніпровському лимані найбільш продуктивним за розвитком фітопланктону впродовж 2002—2015 рр. завжди був центральний район, де біомаса змінювалась від $5,11 \pm 0,45$ до $10,75 \pm 0,31$ г/м³. У наближеному до Чорного моря західному районі відмічено тенденцію до зниження біомаси впродовж 2002—2006 рр. від $10,30 \pm 0,41$ до $3,05 \pm 0,37$ г/м³. Проте у наступні роки спостерігалась певна стабілізація інтенсивності вегетації фітопланктону, з величинами біомаси до $6,94 \pm 0,70$ г/м³, що було обумовлено відносно сталим річковим стоком (біля 40 км³ на рік). Подібні особливості були властиві також для Бузького та Дніпровського (східний район) лиманів.

У сезонній динаміці якісного складу фітопланктону Дніпровського та Бузького лиманів характерним є те, що до початку масового розвитку синьозелених водоростей спостерігається високе різноманіття зелених, діатомових та дінофітових водоростей. До середини літа на акваторії східного та центрального районів Дніпровського лиману переважають діатомові водорості з домінуванням *M. granulata* var. *angustissima*, *Stephanodiscus astraea* (Ehr.) Grun., у західному районі та Бузькому лимані — *Chaetoceros compressus* Laud. На ділянці Дніпровського лиману, яка межує з морем (ст. 27—29), особливо у маловодні роки, відмічається масовий розвиток морських форм водоростей — переважно *Mastogloia elliptica* (Ag.) Cl. та *M. ambigua* (Grun.) O.Müll.

Масова вегетація синьозелених водоростей спостерігається з другої половини літа, що найбільш чітко проявилось у 2006—2010 рр., коли біомаса у Дніпровському лимані зростає в середньому від $1,57 \pm 0,53$ до $2,77 \pm 0,52$ г/м³, а у Бузькому — від $1,14 \pm 0,38$ до $3,58 \pm 0,46$ — $3,66 \pm 0,49$ г/м³.

На окремих ділянках Дніпровського (ст. 18, 19, 22) та Бузького (ст. 30, 31) лиманів, особливо у місцях нагону, біомаса синьозелених водоростей у поверхневому метровому шарі води може досягати більше 50,00 г/м³. Домінуючими видами синьозелених водоростей тут зазвичай виступали *Microcystis aeruginosa* та *A. flos-aquae*.

Константуємо, що за показниками середньосезонної біомаси фітопланктону Дніпровсько-Бузьку гирлову систему можна віднести до водойм з підвищеною трофічністю.

Для визначення факторів, які впливають на динаміку фітопланктону Дніпровсько-Бузької гирлової системи, було проведено розрахунки, сутність яких полягала у порівнянні динаміки змін середньосезонної біомаси та об'єму річкового стоку Дніпра.

Попередні напрацювання [15] свідчать про те, що у розподілі чисельності фітопланктону по акваторії Дніпровсько-Бузької гирлової системи чіткої закономірності не спостерігається, що залежить від домінування певних таксонів, проте біомаса найчастіше зростає від східного до центрального району Дніпровського лиману. При цьому вважається, що основними факторами впливу на розподіл біомаси фітопланктону є гідролого-хімічні характеристики, які головним чином обумовлюються стоком Дніпра [1].

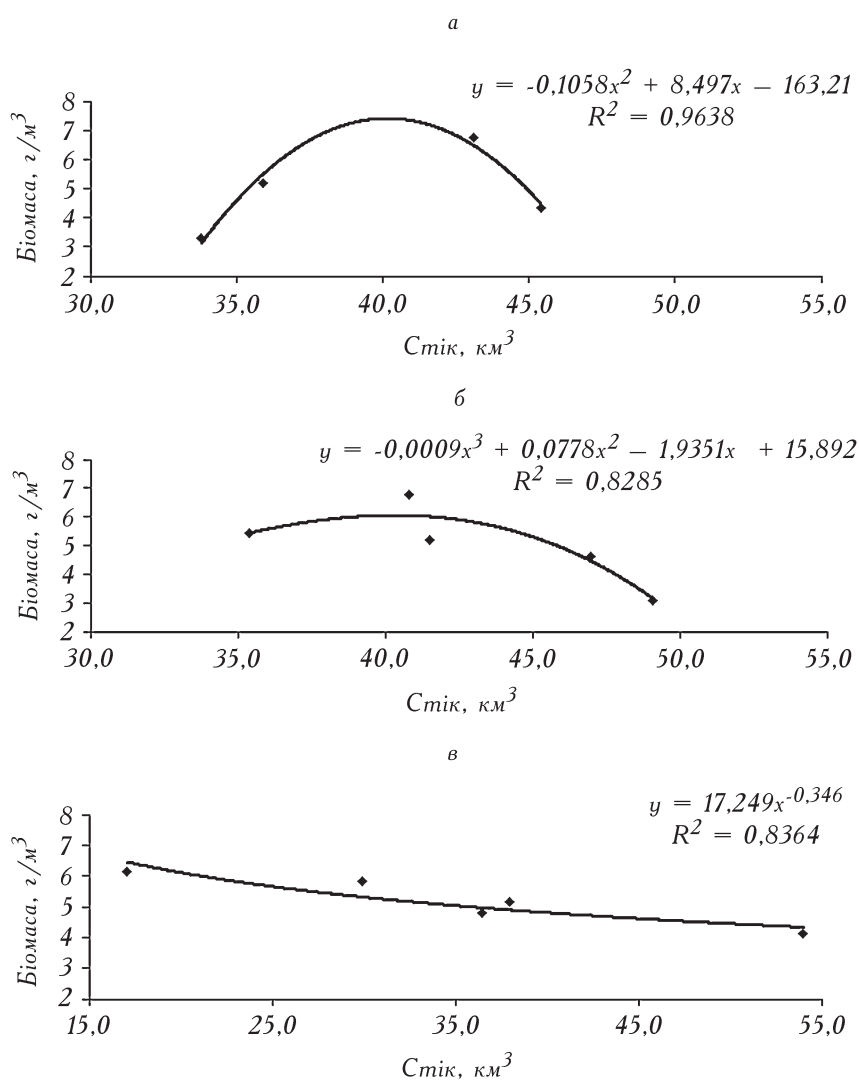
Виконані сучасні розрахунки акцентують увагу на існування взаємозв'язку між об'ємами стоку Дніпра та біомасою фітопланктону у водоймах Дніпровсько-Бузької гирлової системи. Більш чітко подібні зв'язки простежуються у пониззі Дніпра. Встановлено, що залежність між цими показниками є зворотною, а за рівнем, впродовж 2002—2015 рр., є помірною, з коефіцієнтом кореляції $r = -0,41$ і рівнем достовірності $R^2 = 0,96$.

Проте найбільш показовою є інформація щодо взаємозв'язку між об'ємами річкового стоку та біомасою фітопланктону пониззя Дніпра у розрізі п'ятирічних періодів, які мали певні відмінності за водністю. По розглянутих роках такий зв'язок був прямим, з коефіцієнтом кореляції $r = 0,46$. У подальші роки спостережень такий зв'язок вже був зворотним, з досить тісною залежністю. У 2006—2010 рр. коефіцієнт кореляції між об'ємом стоку та біомасою фітопланктону у пониззі Дніпра досяг $r = -0,70$ ($R^2 = 0,82$), а за 2011—2015 рр. — він дорівнював $r = -0,96$ ($R^2 = 0,83$).

Аналіз корелятивних зв'язків між розглянутими показниками надав аргументовані підстави для побудови графіків встановлених залежностей за різними типами ліній тренду (рис. 6). Рівень апроксимації встановлених залежностей є достатньо високим і становить $R^2 = 0,8285—0,9638$. Для 2002—2005 та 2006—2010 рр. лінії тренду побудовані за поліноміальними залежностями. Для 2002—2005 рр. було застосовано двостепеневий поліном, тому що у порівнюваних даних спостерігався один чітко виражений пік. Для 2006—2010 рр. було застосовано тристепеневий поліном, завдяки присутності двох піків. Проте для періоду 2011—2015 рр., де спостерігалось стале зниження об'ємів стоку, було застосовано степеневу апроксимацію, яка найбільш чітко описує подібний процес.

Для Дніпровського лиману вказані тенденції були також характерними. Відповідні розрахунки показали, що рівень залежності збільшується від східного ($R^2 = 0,5913$) до центрального районів ($R^2 = 0,6415$), з подальшим зниженням у напрямку західного району ($R^2 = 0,4729$) та Бузького лиману ($R^2 = 0,4467$).

Отже, об'єм річкового стоку Дніпра більшою мірою обумовлює динаміку біомаси фітопланктону у пониззі Дніпра та Дніпровському лимані, зокрема



6. Залежність біомаси фітопланктону від об'ємів річкового стоку у пониззі Дніпра: а — 2002—2005; б — 2006—2010; в — 2011—2015 рр.

у його центральній частині. На розвиток фітопланктону Бузького лиману стік Дніпра чинить незначний вплив.

Висновки

Показано, що сформувалась тенденція нарощування біомаси фітопланктону у напрямку від східної до західної частини Дніпровського лиману. Прісний район лиману представлений головним чином зеленими водоростями, які у своїй масі по більшості зон не дають високих показників. Центральний район багатий діатомовими водоростями, які разом з іншими забезпечують середні показники біомаси по окремим районам лиману. Найбільші показники розвитку фітопланктону в

західній частині обумовлені високим рівнем розвитку синьозелених, які показали найбільші біомаси порівняно з іншими відділами водоростей.

**

Изучен качественный и количественный состав фитопланктона на протяжении 2002—2015 гг. Установлена относительно высокая степень видового многообразия фитопланктона для Днепровско-Бугской устьевой системы. Индекс Шеннона — Уивера (H) для всего водоема представляет 2,35 с достаточно высоким индексом выравнивания Пиела (e) — 0,84. Выявленная тенденция прошлого и современного существования взаимосвязи между биомассой фитопланктона и объемами речного стока в низовье Днепра. Уровень зависимости увеличивается в направлении от восточного ($R^2 = 0,5913$) к центральному району Днепровского лимана ($R^2 = 0,6415$) с постепенным снижением к его западному району ($R^2 = 0,4729$) и Бугского лимана ($R^2 = 0,4467$). Отмечено, что именно это обуславливает динамику биомассы фитопланктона в низовье Днепра и Днепровском лимане, в частности в его центральной части.

**

The qualitative and quantitative composition of phytoplankton was studied during 2002—2015. A relatively high degree of species diversity of phytoplankton is established for the Dnieper-Bug estuary system. The Shannon — Weaver index (H) for the entire reservoir is 2,35 with a fairly high Piel equalization index (e) — 0,84. The revealed tendency of the past and present existence of the relationship between the biomass of phytoplankton and the volumes of river flow in the lower reaches of the Dnieper. The level of dependence increases in the direction from the eastern ($R^2 = 0,5913$) to the central regions of the Dnieper estuary ($R^2 = 0,6415$) with a gradual decrease to its western region ($R^2 = 0,4729$) and Bug estuary ($R^2 = 0,446$). It is noted that this is what determines the dynamics of the biomass of phytoplankton in the lower reaches of the Dnieper and the Dnieper estuary, in particular in its central part.

**

1. Жукинський В.Н., Журавлева Л.А., Иванов А.И. и др. Днепровско-Бугская эстуарная экосистема. — Киев: Наук. думка, 1990. — 240 с.
2. Гейна К.М., Кутіщев П.С., Шерман І.М. Екологічна трансформація Дніпровсько-Бузької гирлової системи та перспективи рибогосподарської експлуатації: Наукова монографія. — Херсон, 2015. — 300 с.
3. Жагин В.И. Методы гидробиологических исследований. — М., 1959. — 180 с.
4. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах // Задачи и методы изучения использования кормовой базы рыбой. — Л.: ГосНИОРХ, 1984. — 19 с.
5. Кражан С.А., Лупачева Л.И. Естественная кормовая база водоемов и методы ее определения при интенсивном ведении рыбного хозяйства. — Львов, 1991. — 102 с.
6. Арсан О.М., Давидов О.А., Дьяченко Т.М. та ін. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.

7. Харченко Т.А., Протасов А.А., Ляшенко А.В. и др. Биоразнообразие и качество среды антропогенно измененных гидросистем Украины. — Киев: Ин-т гидробиологии НАН Украины, 2005. — 314 с.
8. Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Кривоуцкий Д.А. Биоразнообразие и методы его оценки: Учеб. пособие. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1999. — 95 с.
9. Гейна К.Н., Кутищев П.С. Качественная структура фитопланктона Днепровско-Бугской устьевой системы // Аквакультура сегодня: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. — М.: ВНИИР, 2015. — С. 100—105.
10. Кутищев П.С., Вітюков Ю.Є., Лобанов І.А. Фітопланктон Дніпровсько-Бузького лиману у зв'язку з рибогосподарським використанням // Рибне господарство. — 2006. — Вип. 65. — С. 220—225.
11. Кутищев П.С., Шерман І.М. Видовий склад і продукційні можливості харчових гідробіонтів Дніпровсько-Бузького лиману // Рибогосп. наука України. — 2009. — Вип. 4. — С. 33—48.
12. Шерман І.М., Пелих В.Г., Кутищев П.С. Динаміка розвитку фітопланктону Дніпровсько-Бузького лиману // Таврійський наук. вісн. — 2009. — Вип. 62. — С. 131—134.
13. Поліщук В.С., Кутищев П.С., Мінаєва Г.М., Самойленко А.М. Особливості формування складу та кількісного розвитку планктону у Дніпровсько-Бузькому лимані, перспективи його використання // Матеріали Всеукр. конф. Зб. наук.х праць. — Рівне, 2011. — С. 62—72.
14. Поліщук В.С., Мінаєва Г.М., Кутищев П.С. Динаміка запасів фітопланктону у Дніпровсько-Бузькому лимані // Таврійський наук. вісн. — 2009. — Вип. 66. — С. 192—197.
15. Шерман І.М., Кутищев П.С. Екологія живлення та харчові взаємовідносини промислових корошових Дніпровського лиману: наук. моногр. — Херсон, 2013. — 247 с.
16. Shannon C., Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. — Urbana (Illinois): Univ. of Illinois Press, 1963. — 345 p.