

УДК [(574.63:581.526.323) 005.962] (285.33)

О. П. Оксюк, О. А. Давыдов, Ю. И. Карпезо

**САНИТАРНО-ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
СОСТОЯНИЯ РЕЧНОЙ ЧАСТИ КАНЕВСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНЫХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ АЛЬГОЦЕНОЗОВ
МИКРОФИТОБЕНТОСА**

По сообществам микрофитобентоса дана оценка эколого-санитарного состояния речной части Каневского водохранилища, испытывающей антропогенный пресс г. Киева. Наихудшее состояние водной экосистемы зарегистрировано в средней части города и у выхода сбросного канала Бортнической станции аэрации.

Ключевые слова: микрофитобентос, водные экосистемы урбанизированных территорий, эколого-санитарное состояние, речная часть Каневского водохранилища.

Водные объекты урбанизированных территорий подвергаются антропогенному прессу, который обуславливает существенное ухудшение их эколого-санитарного состояния, качества среды обитания гидробионтов и человека, а также водных ресурсов для хозяйственного использования.

Экосистема речной части Каневского водохранилища испытывает сильное влияние г. Киева. Основными факторами антропогенного воздействия являются загрязнение рассеянным поверхностным стоком с территории города и из точечных источников, интенсивное рекреационное использование, а также антропогенно обусловленный неравномерный внутрисуточный гидрологический режим. Вследствие пикового режима работы Киевской ГЭС в речной части Каневского водохранилища в течение суток резко колеблется уровень воды, скорость течения возрастает вплоть до критического уровня [2, 9, 15].

Сообщества микрофитобентоса являются надежным биоиндикатором, позволяющим оценить эколого-санитарное состояние водной экосистемы и его изменение под воздействием различных антропогенных факторов [5, 6, 11].

Цель работы состоит в санитарно-гидробиологической характеристике и оценке экологического состояния основного русла речной части Каневского

© Оксюк О. П., Давыдов О. А., Карпезо Ю. И., 2012

водохранилища на основе структурных элементов альгоценозов микрофитобентоса.

Работа базируется на основных положениях и методических подходах санитарно-гидробиологических исследований и оценки состояния водных экосистем по микрофитобентосу, сформулированных нами [8].

Материал и методика исследований. Материалом послужили результаты исследования микрофитобентоса основного русла речной части Каневского водохранилища в 2003—2009 гг. Пробы отбирали выше г. Киева: у г. Вышгорода (2,5 км ниже плотины Киевской ГЭС) и выше зал. Собаچه Гирло (7,0 км); в верхней части города: в районе жилмассива Оболонь ниже зал. Собаچه Гирло (10,5 км) и ниже Московского моста (14,0 км); в средней части города: ниже моста Метро (21,5 км) и в парке Наводницком (23,5 км); ниже города: выше и ниже выхода в основное русло сбросного канала Бортнической станции аэрации (БСА) (30,0 км).

Пробы микрофитобентоса отбирали микробентометром МБ-ТЕ (общая площадь отбора 40 см²) по вертикальному профилю дна от уреза воды до глубины 6,0 м в трех повторностях на каждом горизонте. Подсчет клеток проводили на счетной пластинке в капле объемом 0,1 см³, отобранной шпатель-пипеткой. Биомассу водорослей определяли методом геометрического подобия.

Ценологический анализ осуществляли на основе эколого-флористического подхода с использованием принципов метода Браун — Бланке, адаптированного к микрофитобентосу [7, 9, 12, 13].

Трофо-сапробиологический статус устанавливали по разработанной нами для микрофитобентоса шкале [5, 8, 10]. Индекс сапробности рассчитывали по методу Пантле — Букк на основе традиционных и современных данных о водорослях — индикаторах сапробности [1, 3, 4, 12, 16—20].

Состояние основного русла речной части Каневского водохранилища и его изменение под воздействием антропогенных факторов в г. Киеве оценивали по индексу эколого-санитарного состояния (табл. 1), который рассчитывается как отношение фактических значений показателей к эталонным в ненарушенных или очень слабо нарушенных условиях [8]. Эталонные значения количественных показателей микрофитобентоса исследованного участка приняты [7] с конкретизацией величин в рамках приведенных диапазонов.

Кроме отдельных характеристик (видовое богатство, численность, биомасса), рассчитывали мультиметрический показатель как среднеарифметическое значение нескольких.

Для обобщенной оценки эколого-санитарного состояния использовали интегральный индекс, который является средневзвешенным значением мультиметрических показателей для литоральной и глубоководной зон и ха-

1. Оценка водных объектов по индексу эколого-санитарного состояния (ИЭС) по микрофитобентосу

Характеристики	Классы состояния				
	I	II	III	IV	V
Качество среды	Отличное	Хорошее	Посредственное	Плохое	Очень плохое
Нарушение состояния	Очень слабое	Слабое	Умеренное	Сильное	Очень сильное
Изменение показателей микрофитобентоса	ИЭС				
уменьшение	1,0—0,9	0,8—0,7	0,6—0,4	0,3—0,2	< 0,2
увеличение	1,0—1,1	1,2—1,5	1,6—3,0	3,1—5,0	> 5,0

рактически характеризует ситуацию в каждом исследованном пункте основного русла в целом для всего вертикального профиля дна (0—6,0 м).

Результаты исследований и их обсуждение

В микрофитобентосе речной части Каневского водохранилища основными альгоценозами являются *Cymatopleura elliptica* (Bréb.) W. Sm. + *Surirella biseriata* Bréb. и *Staurosira construens* Ehr. + *Melosira varians* Ag. [7, 9].

В большинстве пунктов (у г. Вышгорода, выше и ниже зал. Собачье Гирло, ниже моста Метро, у выхода сбросного канала БСА), где грунты представлены промытым и слабо заиленным песком, по вертикальному профилю дна развиваются оба альгоценоза. При этом литоральная зона (глубина 0—1,5 м) занята альгоценозом *Staurosira construens* + *Melosira varians*, достаточно устойчивым к внутрисуточным колебаниям уровня воды. В глубоководной части (2,0—6,0 м) вегетирует альгоценоз *Cymatopleura elliptica* + *Surirella biseriata*. В пунктах с сильным течением он подвергается разрушению вплоть до исчезновения.

В местах, где в глубоководной зоне преобладают заиленный песок и ил (ниже Московского моста и в парке Наводницком), по всему вертикальному профилю дна распространяется альгоценоз *Staurosira construens* + *Melosira varians*.

Микрофитобентос основного русла речной части Каневского водохранилища в целом характеризуется невысокими количественными показателями (табл. 2). Наибольшие величины численности и биомассы отмечаются в местах со слабой проточностью — выше зал. Собачье Гирло и ниже Московского моста. Они характеризуют исследованный участок как мезотрофный водный объект, относящийся к β-мезосапробной зоне со смещением в сторону олигосапробности [5, 8, 10]. В других пунктах усиление течения до умеренного и сильного приводит к существенному снижению количествен-

2. Численность и биомасса микрофитобентоса (диапазоны колебаний по сезонам) основного русла речной части Каневского водохранилища

Пункты	Глубина 0—1,5 м				Глубина 2,0—6,0 м			
	Численность, тыс. кл/10 см ²		Биомасса, мг/10 см ²		Численность, тыс. кл/10 см ²		Биомасса, мг/10 см ²	
	средняя	максимальная	средняя	максимальная	средняя	максимальная	средняя	максимальная
Выше зал. Собачье гирло	34 – 51	59 – 92	0,02 – 0,11	0,03 – 0,25	16 – 52	28 – 79	0,04 – 0,08	0,11 – 0,14
	48 – 160	93 – 223	0,03 – 0,14	0,04 – 0,25	16 – 54	28 – 83	0,04 – 0,09	0,11 – 0,14
Ниже Московского моста	12 – 96	26 – 250	0,02 – 0,08	0,03 – 0,22	6 – 12	12 – 19	0,01 – 0,03	0,01 – 0,09
	34 – 626	73 – 2311	0,02 – 0,11	0,03 – 0,25	8 – 60	20 – 139	0,01 – 0,04	0,02 – 0,09
У г. Вышгорода	5 – 35	9 – 94	0,01 – 0,05	0,02 – 0,08	5 – 20	7 – 34	0,02 – 0,05	0,02 – 0,09
	12 – 84	36 – 203	0,01 – 0,05	0,03 – 0,08	7 – 22	9 – 35	0,02 – 0,06	0,02 – 0,09
Ниже зал. Собачье Гирло	24 – 37	62 – 103	0,01 – 0,02	0,04 – 0,05	< 1 – 3	1 – 6	< 0,01 – 0,01	0,01 – 0,02
	32 – 190	92 – 551	0,02 – 0,04	0,05 – 0,10	2 – 5	3 – 11	< 0,01 – 0,01	0,01 – 0,02
В парке Наводинском	4 – 7	11 – 12	0,02 – 0,03	0,05 – 0,07	9 – 21	27 – 46	0,01 – 0,02	0,02 – 0,04
	6 – 246	13 – 732	0,03 – 0,06	0,05 – 0,10	11 – 25	28 – 49	0,01 – 0,03	0,03 – 0,04
Ниже моста Метро	4 – 6	6 – 13	< 0,01 – 0,02	0,01 – 0,03	3 – 12	6 – 45	< 0,01 – 0,01	< 0,01 – 0,03
	7 – 158	12 – 416	0,01 – 0,02	0,03 – 0,04	10 – 13	14 – 45	< 0,01 – 0,01	0,01 – 0,03
У выхода канала БСА								
выше	80 – 141	138 – 279	0,06 – 0,37	0,09 – 0,57	7 – 47	20 – 102	0,01 – 0,06	0,03 – 0,11
	109 – 173	147 – 401	0,06 – 0,41	0,10 – 0,70	7 – 57	20 – 110	0,01 – 0,06	0,03 – 0,11
ниже	61 – 130	128 – 234	0,03 – 0,15	0,03 – 0,20	54 – 94	92 – 166	0,02 – 0,07	0,02 – 0,12
	174 – 213	228 – 453	0,04 – 0,18	0,08 – 0,24	57 – 134	95 – 318	0,04 – 0,07	0,04 – 0,12

Примечание. Здесь и в табл. 3, 5 и 6 над чертой — бентонты, под чертой — в общем (включая аллохтоны).

ных показателей бентонтов. В то же время обилие аллохтонов может не уменьшаться и даже возрастать из-за оседания на дно планктонтов, внесенных из Киевского водохранилища и р. Десны в неблагоприятных условиях скоростного режима.

В местах, подвергающихся существенному антропогенному загрязнению, в частности у выхода сбросного канала БСА, несмотря на интенсивную динамику водных масс, отмечается увеличение численности и биомассы микрофитобентоса (табл. 3). Это свидетельствует об антропогенном евтрофировании основного русла речной части Каневского водохранилища и тенденции смещения данного водного объекта в мезо-евтрофную область. Однако отрицательное воздействие усиленной проточности на количественные показатели микрофитобентоса в целом не позволяет адекватно оценить степень антропогенного загрязнения.

Значения индекса эколого-санитарного состояния (ИЭС), рассчитанные по численности и биомассе микрофитобентоса, четко регистрируют нарушение экосистемы основного русла речной части Каневского водохранилища под воздействием неравномерного гидрологического режима. Дважды в течение суток, в периоды максимальных попусков Киевской ГЭС, скорость течения может достигать 0,7—1,0 м/с, а колебания уровня в нижнем бьефе ГЭС — 1,0 м.

В пунктах с умеренной проточностью и невысокой степенью загрязнения численность и биомасса донных водорослей сокращаются по сравнению с эталонными вдвое (у г. Вышгорода), а в условиях сильного течения (ниже зал. Собачье Гирло, ниже моста Метро) — в 3—10 раз (табл. 4, 5).

Таким образом, по степени ухудшения качества среды обитания гидробионтов эколого-санитарное состояние основного русла речной части Каневского водохранилища при умеренном течении оценивается как посредственное, а при сильном — как плохое до очень плохого (см. табл. 1).

В местах с интенсивным загрязнением (в парке Наводницком, у выхода сбросного канала БСА) отмечается некоторое увеличение показателей обилия микрофитобентоса. Однако из-за противоположно направленного действия проточности это возрастание неадекватно весьма высокому уровню загрязнения, вызывающего ухудшение эколого-санитарного состояния основного русла речной части Каневского водохранилища. Так, у выхода канала БСА величина интегрального ИЭС составляет 1,5—2,3, что соответствует лишь умеренному нарушению эколого-санитарного состояния водного объекта, а в парке Наводницком загрязнение городским поверхностным стоком не регистрируется вовсе (см. табл. 5). Это связано с тем, что реакция микрофитобентоса на один антропогенный фактор нивелируется противоположно направленным воздействием другого: загрязнение вызывает увеличение численности и биомассы, а усиленная проточность приводит к их уменьшению. В такой ситуации адекватно оценить эколого-санитарное состояние водных экосистем на урбанизированных территориях по микрофитобентосу в целом не представляется возможным из-за искажения результатов.

3. Средневегетационные величины численности и биомассы микрофитобентоса основного русла речной части Каневского водохранилища

Пункты	Глубина 0—1,5 м				Глубина 2,0—6,0 м			
	Численность, тыс. кл./10 см ²		Биомасса, мг/10 см ²		Численность, тыс. кл./10 см ²		Биомасса, мг/10 см ²	
	средняя	максимальная	средняя	максимальная	средняя	максимальная	средняя	максимальная
Выше зал. Собачье гирло	44	75	0,05	0,10	35	53	0,07	0,12
	103	173	0,07	0,11	39	58	0,07	0,12
Ниже Московского моста	37	96	0,05	0,12	9	16	0,02	0,05
	216	721	0,07	0,15	33	79	0,03	0,06
У г. Вышгорода	19	45	0,03	0,05	13	20	0,03	0,04
	49	117	0,03	0,05	10	23	0,03	0,04
Ниже зал. Собачье Гирло	30	82	0,02	0,05	2	4	0,01	0,02
	111	321	0,03	0,08	4	7	0,01	0,02
В парке Наводницком	6	12	0,03	0,07	21	46	0,01	0,02
	126	732	0,06	0,10	25	49	0,01	0,03
Ниже моста Метро	5	9	0,01	0,02	8	26	0,01	0,02
	82	214	0,02	0,04	12	30	0,01	0,02
Выход канала БСА	110	188	0,19	0,33	33	73	0,04	0,08
	133	247	0,20	0,38	37	76	0,05	0,08
ниже	95	178	0,08	0,11	80	135	0,04	0,07
	191	363	0,11	0,16	108	195	0,06	0,08

4. Эталонные значения средневегетационных величин численности и биомассы микрофитобентоса основного русла речной части Каневского водохранилища

Альгоценозы	Глубина, м	Численность, тыс. кл./10 см ²		Биомасса, мг/10 см ²	
		бентонты	в общем	бентонты	в общем
<i>Cymatopleura elliptica</i> + <i>Surirella biseriata</i>	2,0—6,0	20	30	0,08	0,10
<i>Staurosira construens</i> + <i>Melosira varians</i>	0—1,5	30	50	0,05	0,06
	2,0—6,0	10	20	0,02	0,03

Рассчитанный по микрофитобентосу индекс сапробности (ИС) в основном русле речной части Каневского водохранилища также слабо реагирует на загрязнение и не может служить достоверным показателем ухудшения эколого-санитарного состояния. Величина ИС во всех пунктах исследованного участка колеблется в пределах 1,84—2,26 (табл. 6), не выходя за пределы β-мезосапробной зоны. Даже в местах, подвергающихся интенсивному антропогенному загрязнению, значения ИС практически не отличаются от тех, которые отмечены там, где загрязнение слабое или отсутствует. Так, на участке у выхода сбросного канала БСА величина ИС составляла 1,93—2,20, а выше г. Киева (выше зал. Собачье Гирло) — 1,95—2,14.

Надежным синбиоиндикатором ухудшения эколого-санитарного состояния речной части Каневского водохранилища под воздействием антропогенного загрязнения рассеянным и точечным стоком с урбанизированных территорий является эколого-морфологическая группа бентосных нитчатых синезеленых водорослей (ЭМГ Бнс), являющаяся постоянным структурным компонентом микрофитобентоса. При увеличении содержания биогенных и органических веществ в воде и грунтах в сообществах микрофитобентоса возрастает роль нитчатых синезеленых водорослей, способных к миксотрофизму. Количественные показатели ЭМГ Бнс и их доля среди бентонтов возрастают, особенно на песчаных грунтах [8, 11].

На участке выше г. Киева средневегетационная в среднем по вертикальному профилю дна численность ЭМГ Бнс составляла около 5 тыс. кл./10 см², на отдельных горизонтах — до 20 тыс. кл./10 см², биомасса — соответственно менее 0,001 и 0,002 мг/10 см².

В верхней части города, в пределах жилмассива Оболонь в основном русле ниже зал. Собачье Гирло, в литоральной зоне, куда поступает загрязненная вода по коллектору поверхностного стока с урбанизированной территории, средняя численность ЭМГ Бнс возрастала до 10 тыс., максимальная — до 40 тыс. кл./10 см², биомасса составляла соответственно 0,002 и 0,008 мг/10 см².

В средней части города, у правого берега в парке Наводницком, регистрировались высокие количественные показатели ЭМГ Бнс: средняя численность — более 10 тыс., максимальная — 33 тыс. кл./10 см², биомасса — соот-

5. Индексы эколого-санитарного состояния основного русла речной части Каневского водохранилища по показателям обилия микрофитобентоса (средневегетационные значения)

Пункты	Глубина 0—1,5 м			Глубина 2,0—6,0 м			Интегральный индекс
	Численность	Биомасса	Мультиметрический показатель	Численность	Биомасса	Мультиметрический показатель	
Выше зал. Собачье гирло	1,5	1,1	1,3	1,8	0,8	1,3	1,3
	2,1	1,1	1,6	1,3	0,7	1,0	1,2
Ниже Московского моста	1,2	0,9	1,1	0,9	1,0	1,0	1,0
	4,3	1,1	2,7	1,7	0,9	1,3	1,8
У г. Вышгорода	0,7	0,5	0,6	0,7	0,4	0,6	0,6
	1,0	0,5	0,8	0,5	0,3	0,4	0,5
Ниже зал. Собачье Гирло	1,0	0,4	0,7	0,1	0,1	0,1	0,3
	2,2	0,5	1,4	0,1	0,1	0,1	0,5
Ниже моста Метро	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	0,3	0,3
	1,6	0,3	1,0	0,4	0,1	0,3	0,5
В парке Наводницком	0,2	0,5	0,4	1,4	0,9	1,2	1,0
	2,5	0,7	1,6	0,9	0,6	0,7	0,9
У выхода канала БСА	3,7	3,7	3,7	1,7	0,5	1,1	1,8
	2,7	3,4	3,1	1,3	0,4	0,9	1,5
выше	3,2	1,6	2,4	4,0	0,6	2,3	2,3
	3,8	1,8	2,8	3,6	0,6	2,1	2,3

6. Индексы сапробности по микрофитобентосу в основном русле речной части Каневского водохранилища

Пункты	Глубина 0—1,5 м		Глубина 2,0—6,0 м	
	Диапазон колебаний	Средневегетационные	Диапазон колебаний	Средневегетационные
У г. Вышгорода	1,84 – 1,98	1,92	1,97 – 2,08	2,01
	1,84 – 1,98	1,92	1,95 – 2,05	1,99
Выше зал. Собачье Гирло	1,95 – 2,08	2,01	1,96 – 2,09	2,02
	2,01 – 2,09	2,06	2,00 – 2,14	2,07
Ниже зал. Собачье Гирло	2,11 – 2,26	2,18	1,99 – 2,14	2,05
	2,00 – 2,11	2,04	1,93 – 1,99	1,96
Ниже Московского моста	1,98	1,98	2,00 – 2,03	2,01
	1,94 – 1,96	1,95	1,94 – 2,01	1,98
Ниже моста Метро	1,91 – 2,10	1,99	1,83 – 2,12	2,04
	1,84 – 2,01	1,92	1,84 – 1,94	1,89
В парке Наводницком	1,91 – 2,07	1,99	1,98 – 2,05	2,02
	1,90 – 1,97	1,94	1,84 – 1,97	1,91
У выхода канала БСА:				
выше	2,07 – 2,20	2,11	2,11 – 2,18	2,15
	2,06 – 2,10	2,08	2,08 – 2,15	2,11
ниже	1,93 – 2,04	1,99	1,99 – 2,06	2,02
	1,96 – 1,99	1,97	1,97 – 2,03	2,00

ветственно 0,002 и 0,005 мг /10 см². В то же время у левого берега, в зеленой зоне ниже моста Метро, они были меньше: соответственно до 7 тыс. и 25 тыс. кл/10 см² и 0,001 и 0,003 мг/10 см². В районе выхода в основное русло сбросного канала БСА численность ЭМГ Бнс в среднем достигала 40 тыс., максимальная — около 90 тыс. кл/10 см², биомасса — соответственно до 0,008 и 0,017 мг/10 см².

Для количественной оценки изменения эколого-санитарного состояния водной экосистемы под воздействием антропогенного загрязнения более надежным является использование не абсолютных, а относительных значений показателей ЭМГ Бнс, характеризующих роль нитчатых синезеленых водорослей в видовом богатстве, численности и биомассе бентонтов. Расчет доли ЭМГ Бнс (в %) позволяет избежать погрешностей, обусловленных влиянием скорости течения и характера донных грунтов на обилие нитчатых синезеленых водорослей, поскольку отрицательному воздействию усиленной проточности и нестабильности субстрата подвергаются все бентонты и их количественные показатели снижаются практически в равной мере.

Доля ЭМГ Бнс в пределах г. Киева возрастает по сравнению с участком выше города, где средневегетационный мультиметрический показатель равен 3—5% в литоральной и 7—9% — в глубоководной зоне (табл. 7). В местах

7. Показатели эколого-морфологической группы нитчатых синезеленых водорослей в микрофитобентосе основного русла речной части Каневского водохранилища, % от бентонтов

Пункты	Глубина 0—1,5 м			Глубина 2,0—6,0 м				
	Видовое богатство	Численность	Биомасса	Мультиметрический показатель	Видовое богатство	Численность	Биомасса	Мультиметрический показатель
У г. Вышгорода	0—4 2	0—13 8	0—4 2	0—7 4	0—5 4	0—42 20	0—8 2	0—19 9
Выше зал. Собачье Гирло	3—5 4	8—12 10	0—2 1	4—6 5	4—9 6	10—29 20	1 1	5—13 9
Нижне Московского моста	0—4 2	0—12 6	0—2 1	0—6 3	0—8 4	0—34 17	0—5 2	0—15 7
Нижне зал. Собачье Гирло	9—13 11	38—45 42	10—26 18	19—28 24	0—3 2	0—15 7	0 0	0—6 3
Нижне моста Метро	3—10 7	0—36 18	0—4 2	1—17 9	12—13 13	25—47 36	13—21 17	17—27 22
В парке Наводницком	0—4 2	0—8 4	0 0	0—4 2	2—22 12	22—86 54	4—30 17	7—46 27
У выхода канала БСА								
выше	8—16 12	32—73 49	2—13 7	14—32 23	10—20 15	42—67 55	6—18 12	19—31 27
ниже	6—17 11	22—56 31	5—35 14	10—36 19	6—22 13	40—46 44	5—33 20	18—33 25

П р и м е ч а н и е. Над чертой — диапазоны колебаний по сезонам, под чертой — средневегетационные значения.

8. Эталонные значения показателей эколого-морфологической группы нитчатых синезеленых водорослей в микрофитобентосе основного русла речной части Каневского водохранилища, % от бентонтов

Альгоценозы	Видовое богатство	Численность	Биомасса	Мультиметрический показатель
<i>Cymatopleura elliptica</i> + <i>Surirella biseriata</i>	≤ 5	≤ 2 0	≤ 3	≤ 10
<i>Staurosira construens</i> + <i>Melosira varians</i>	≤ 4	≤ 12	≤ 2	≤ 6

поступления поверхностного стока с городских территорий (ниже зал. Собачье Гирло в литоральной зоне, в глубоководной зоне в парке Наводницком и ниже моста Метро) этот показатель достигает 22—27%. Аналогичные величины мультиметрического показателя — 19—27% регистрировались по всему вертикальному профилю дна в районе поступления сбросных вод БСА.

При загрязнении наиболее существенно возрастала доля ЭМГ Бнс в численности бентонтов, достигая 40—50% средневегетационных данных и 70—80% в отдельные сезоны (особенно летом).

Величины показателей ЭМГ Бнс в местах загрязнения основного русла речной части Каневского водохранилища поверхностным стоком с территории г. Киева и сбросными водами БСА намного выше эталонных значений (табл. 8). При этом для ЭМГ Бнс как биоиндикатора загрязнения имеет значение превышение эталонной величины. Значения ниже эталонных или равные им не указывают на наличие загрязнения, при этом ИЭС равен 1,0.

Индекс эколого-санитарного состояния (ИЭС) по ЭМГ Бнс в основном русле речной части Каневского водохранилища выше г. Киева (у г. Вышгорода и выше зал. Собачье Гирло) практически по всем показателям равен 1,0, что свидетельствует об отсутствии существенного антропогенного загрязнения (табл. 9). В верхней части города (ниже Московского моста) ИЭС также низкий — 1,0—1,1, лишь в глубоководной зоне по численности отмечается его увеличение до 1,4. В пункте, куда поступает вода по коллектору поверхностного стока с жилмассива Оболонь (ниже зал. Собачье Гирло), в литоральной зоне регистрируется сильное антропогенное загрязнение (мультиметрический показатель 5,1), в результате которого резко ухудшается эколого-санитарное состояние — до очень плохого качества среды (класс V).

В средней части г. Киева, особенно у правого берега, уровень загрязнения довольно высокий вследствие поступления поверхностного и грунтового стока с возвышенной городской территории, а также функционирования прибрежных плавучих ресторанов и гостиниц. При этом процессы самоочищения здесь протекают недостаточно интенсивно из-за гранитной облицовки набережной.

9. Индексы эколого-санитарного состояния (средневегетационные значения) основного русла речной части Каневского водохранилища по эколого-морфологической группе нитчатых синезеленых водорослей в микрофитобентосе

Пункты	Глубина 0—1,5 м				Глубина 2,0—6,0 м				Интегральный индекс
	Видовое богатство	Численность	Биомасса	Мультиметрический показатель	Видовое богатство	Численность	Биомасса	Мультиметрический показатель	
У г. Вышгорода	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Выше зал. Собачье Гирло	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0
Ниже Московского моста	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,4	1,0	1,1	1,1
Ниже зал. Собачье Гирло	2,8	3,5	9,0	5,1	1,0	1,0	1,0	1,0	2,1
Ниже моста Метро	1,8	1,5	1,0	1,4	2,6	1,8	5,7	3,4	2,9
В парке Наводницком	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	4,5	9,0	5,5	4,3
У выхода канала БСА									
выше	3,0	4,1	3,5	3,6	3,0	2,8	4,0	3,3	3,4
ниже	2,8	2,6	7,0	4,1	2,6	2,2	6,7	3,8	3,9

Так, в парке Наводницком у правого берега в глубоководной зоне мультиметрический показатель ИЭС равен 5,5. В литоральной зоне интенсивная вегетация высшей водной растительности обеспечивает достаточный уровень самоочищения от антропогенного загрязнения. В отличие от правого, у левого берега, занятого зеленой зоной Гидропарка, ниже моста Метро ситуация лучше — ИЭС в глубоководной зоне составляет 3,4.

У выхода сбросного канала БСА сильное загрязнение распространяется по всему вертикальному профилю дна. Средневегетационный мультиметрический показатель ИЭС в литоральной зоне выше устья канала равен 3,6, ниже — 4,1, в глубоководной зоне — соответственно 3,3 и 3,8 (см. табл. 9).

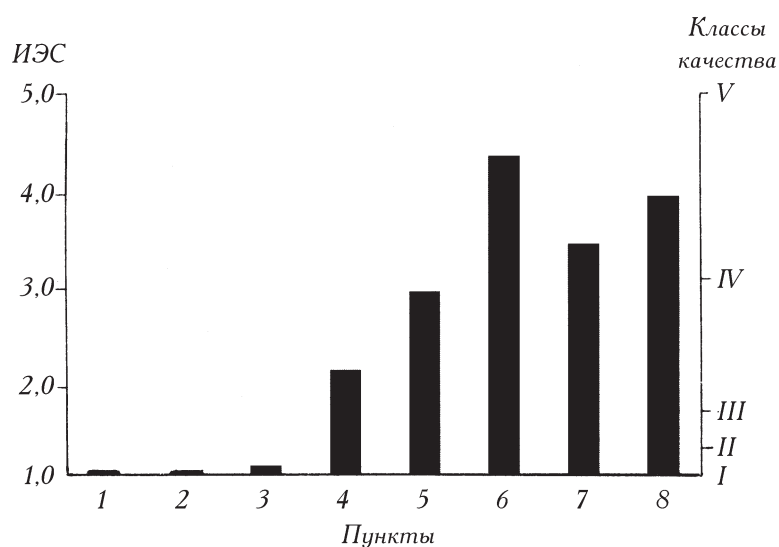
Наибольшее ухудшение эколого-санитарного состояния основного русла речной части Каневского водохранилища вследствие поступления загрязнения из г. Киева наблюдается в летний период. Так, в районе выхода сбросного канала БСА мультиметрический показатель ИЭС летом в литоральной зоне достигал 5,2—8,8, в глубоководной — 4,3—5,9.

Общая оценка ситуации в основном русле речной части Каневского водохранилища по интегральному индексу ЭМГ Бнс (рисунок) показала, что выше города состояние экосистемы благополучное, соответствует в основном классу I, реже классу II, нарушение качества среды весьма слабое. В верхней части города, в месте поступления поверхностного стока с жилмассива (ниже зал. Собачье Гирло) и в центральной части города в зеленой зоне (ниже моста Метро), эколого-санитарное состояние оценивается классом III и характеризуется как посредственное, качество среды умеренно нарушенное (см. табл. 1).

У правого берега в средней части города и в районе сброса вод БСА регистрируется сильное нарушение эколого-санитарного состояния. Оно ухудшается до класса IV, что свидетельствует о плохом качестве среды вследствие интенсивного антропогенного загрязнения. При этом наиболее значительно эколого-санитарное состояние на этих участках нарушается в летний период, смещаясь в класс V, качество среды оценивается как очень плохое.

Эффективным мероприятием для предотвращения отрицательного воздействия антропогенного загрязнения г. Киева на речную часть Каневского водохранилища, обеспечения его благополучного состояния как среды обитания гидробионтов и окружающей среды человека, сохранения рекреационной и эстетической ценности являются эколого-санитарные попуски Киевской ГЭС. Их значение чрезвычайно велико, особенно в период летне-осенней межени, когда в основном русле систематически регистрируется дефицит кислорода, что приводит к снижению интенсивности процессов самоочищения и резкому ухудшению состояния водной экосистемы и качества среды [5, 15].

Эколого-санитарный попуск включает базовую экосистемную составляющую и санитарную надбавку [14]. Экосистемная составляющая попуска обеспечивает сбалансированность внутриводоемных процессов продуцирования и деструкции органического вещества в водной экосистеме и предот-



Оценка эколого-санитарного состояния основного русла речной части Каневского водохранилища по эколого-морфологической группе нитчатых синезеленых водорослей в микрофитобентосе (средневегетационные значения): ИЭС — интегральный индекс по вертикальному профилю дна; I—V — классы эколого-санитарного состояния (см. табл. 1); 1 — у г. Вышгорода; 2 — выше зал. Собачье Гирло; 3 — ниже Московского моста; 4 — ниже зал. Собачье Гирло; 5 — ниже моста Метро; 6 — в парке Наводницком; 7 — выше и 8 — ниже выхода сбросного канала БСА.

вращает биологическое самозагрязнение. Санитарная надбавка к экосистемному попуску направлена на ликвидацию последствий антропогенного загрязнения путем усиления физико-химических и биологических процессов самоочищения.

Расчеты показали [14], что в летне-осенний период среднесуточный экосистемный попуск Киевской ГЭС составляет 360 м³/с. Из-за сильного антропогенного загрязнения речной части Каневского водохранилища в г. Киеве промышленно-бытовыми сточными водами, рассеянным стоком с городских территорий и интенсивной рекреационной нагрузки санитарная надбавка необходима в объеме около 390 м³/с. Таким образом, для обеспечения благополучного эколого-санитарного состояния экосистемы речного участка Каневского водохранилища суммарный среднесуточный эколого-санитарный попуск Киевской ГЭС должен составлять 750 м³/с.

Заключение

Санитарно-гидробиологическая оценка по микрофитобентосу характеризует речную часть Каневского водохранилища в целом как мезотрофный, β-мезосапробный водный объект.

В результате антропогенного пресса регистрируется изменение эколого-санитарного состояния экосистемы основного русла речной части Каневского водохранилища и ухудшение качества среды обитания гидробионтов и окружающей среды человека.

Отрицательное влияние резких внутрисуточных колебаний уровня воды и скорости течения при пиковых попусках Киевской ГЭС приводит к существенному обеднению микрофитобентоса в районе г. Киева. Сильное нарушение сообществ донных водорослей в результате антропогенно измененного гидрологического режима указывает на ухудшение в ряде мест эколого-санитарного состояния до классов IV—V, соответствующих плохому — очень плохому качеству среды обитания бентосных гидробионтов и снижению интенсивности самоочищения.

Санитарно-гидробиологическая оценка отрицательного воздействия антропогенного загрязнения рассеянным и точечным стоком с урбанизированной территории по эколого-морфологической группе бентосных нитчатых синезеленых водорослей показала, что наиболее неблагоприятная ситуация в основном русле речной части Каневского водохранилища регистрируется в средней части г. Киева у правого берега и у сброса вод БСА, где эколого-санитарное состояние соответствует классу IV (плохое), а в летний период достигает класса V (очень плохое).

В верхней части г. Киева, в месте поступления поверхностного стока с жил-массива, и в средней его части, у левого берега, в целом отмечается умеренное нарушение эколого-санитарного состояния, оцениваемое классом III (посредственное).

Эффективным мероприятием для обеспечения благоприятного состояния речного участка Каневского водохранилища в г. Киеве являются эколого-санитарные попуски Киевской ГЭС, особенно в период летне-осенней межени.

**

За угрупованнями мікрофітобентосу проведена оцінка еколого-санітарного стану річкової частини Канівського водосховища, яка зазнає антропогенного пресу м. Києва. Найбільше погіршення стану водної екосистеми зареєстровано в середній частині місті і біля виходу каналу Бортицької станції аерації.

**

The ecological-sanitary status estimation of the Kaniv-Reservoir river part in the Kyiv region on the basis microphytobenthos communities is done.

**

1. *Баринова С.С., Мегведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. — Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. — 498 с.
2. *Владимирова К.С.* Фитомикробентос верхнего течения Днепра // Гидробиологический режим Днепра в условиях зарегулированного стока. — Киев: Наук. думка, 1967. — С. 46—74.
3. *Кондратьева Н.В.* Визначник прісноводних водоростей Української РСР. I. Синьозелені водорості, ч. 2. — К.: Наук. думка, 1968. — 524 с.
4. *Кондратьева Н.В., Коваленко О.В., Приходькова Л.П.* Визначник прісноводних водоростей Української РСР. I. Синьозелені водорості, ч. 1. — К.: Наук. думка, 1984. — 388 с.

6. *Оксиюк О.П., Давыдов О.А.* Оценка экологического состояния водных объектов по микрофитобентосу. — Киев: ЛОГОС, 2006. — 32 с.
7. *Оксиюк О.П., Давыдов О.А.* Методические принципы оценки экологического состояния водных объектов по микрофитобентосу // Гидробиол. журн. — 2006. — Т. 42, № 2. — С. 98—112.
8. *Оксиюк О.П., Давыдов О.А.* Альгоценозы микрофитобентоса водохранилищ Днепра и Днепро-Бугской устьевой области // Там же. — 2010. — Т. 44, № 2. — С. 48—70.
9. *Оксиюк О.П., Давыдов О.А.* Санитарно-гидробиологическая характеристика водных экосистем по микрофитобентосу // Там же. — 2011. — Т. 47, № 4. — С. 66—79.
10. *Оксиюк О.П., Давыдов О.А., Дьяченко Т.Н.* и др. Донная растительность речного участка Каневского водохранилища. — Киев: ЛОГОС, 2005. — 40 с.
11. *Оксиюк О.П., Зимбалева Л.Н., Протасов А.А. и др.* Оценка состояния водных объектов Украины по гидробиологическим показателям. Бентос, перифитон, зоофитос // Гидробиол. журн. — 1994. — Т. 30, № 4. — С. 31—35.
12. *Оксиюк О.П., Давыдов О.А., Карпезо Ю.И.* Микрофитобентос как биоиндикатор состояния водных экосистем // Там же. — 2010. — Т. 46, № 5. — С. 75—89.
13. *Оксиюк О.П., Давыдов О.А., Карпезо Ю.И.* Экологическая структура микрофитобентоса // Там же. — 2008. — Т. 44, № 6. — С. 15—28.
14. *Оксиюк О.П., Давыдов О.А., Меленчук Г.В.* Применение метода Браун — Бланке при ценологическом изучении микрофитобентоса // Там же. — 2004. — Т. 40, № 5. — С. 101—114.
15. *Оксиюк О.П., Тимченко В.М., Давыдов О.А.* Экологические попуски Киевской ГЭС. — Киев: ЛОГОС, 2003. — 72 с.
16. *Оксиюк О.П., Тимченко В.М., Давыдов О.А.* и др. Состояние экосистемы Киевского участка Каневского водохранилища и пути его регулирования. — Киев: ВПОЛ, 1999. — 60 с.
17. *Топачевський О.В., Оксіюк О.П.* Визначник прісноводних водоростей Української РСР. XI. Діатомові водорості. — К.: Вид-во АН УРСР, 1960. — 412 с.
18. *Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа. Приложение 1. Индикаторы сапробности.* — М.: СЭВ, 1976. — 91 с.
19. *Царенко П.М.* Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. — Киев: Наук. думка, 1990. — 208 с.
19. *Bukhtiyarova L.* Diatoms of Ukraine Inland waters. — Kyiv: National Academy of Science of Ukraine, 1999. — 133 p.
20. *Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariophyceae // *Wasserflora von Mitteleuropa.* — Stuttgart, Iena: Gustav Fisher Verlag. — 1986. — Bd. 1. — 876 S.; 1988. — Bd. 2. — 536 S.; 1991. — Bd. 3. — 576 S.; 1991 — Bd. 4. — 437 S.