

РОЗВИТОК ГІДРОЕКОСИСТЕМ Р. КАЛЬМІУС В УМОВАХ ДІЇ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ МОДИФІКОВАНИХ ФАКТОРІВ

В. М. Удод, О. Г. Жукова

Київський національний університету будівництва та архітектури

Проспект Повітрофлотський 31, м. Київ, 03680, Україна. E-mail: elenazykova21@gmail.com

Водна система р. Кальміус знаходиться в межах Донецького регіону, який характеризується високим виробничим потенціалом та великим техногенним навантаженням територій, що призвело до кількісного та якісного виснаження водної системи. Охарактеризовані зміни гідрохімічних та гідробіологічних показників в умовах дії спеціалізованих модифікуючих (антропогенних) факторів. Гідроекосистема р. Кальміус характеризується високим рівнем забрудненості води, зміною структурно – функціональних властивостей, зниженням самовідновної здатності їх. Такі зміни стану ГЕ призводять до порушення динамічної рівноваги розвитку в них, що відбувається на рівні біорізноманітності за кількісним показником інформаційного індексу Шеннона. Велика кількість видів в ГЕ характеризується високим значенням індекса. У статті представлені дані, що свідчать про якісне виснаження гідроекосистем (ГЕ) р. Кальміус. Встановлено, що в умовах постійної дії спеціалізованих модифікуючих факторів порушується біотичне регулювання ГЕ, яке визначається при використанні комплексного екологічного біоценотического методу контролю. Метод дозволяє ідентифікувати порушення трофічних, саморегулюючих та інших взаємозв'язків у ГЕ.

Ключові слова: гідроекосистема, структурно–функціональні властивості, самовідновна здатність, біорізноманіття, індекс Шеннона, спеціалізовані модифіковані фактори.

РАЗВИТИЕ ГИДРОЭКОСИСТЕМ Р. КАЛЬМИУС В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФАКТОРОВ

В. М. Удод, Е. Г. Жукова

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

Воздухофлотский проспект 31, г. Киев, 03680, Украина. E-mail: elenazykova21@gmail.com

Водная система р. Кальмиус находится в пределах Донецького региона, который характеризуется высоким производственным потенциалом и большой техногенной нагрузкой территорий, что привело к количественному и качественному истощению водной системы. Охарактеризованы изменения гидрохимических и гидробиологических показателей в условиях действия специализированных модифицирующих (антропогенных) факторов. Водная система р. Кальмиус характеризуется высоким уровнем загрязненности воды, изменением структурно-функциональных свойств и снижением самовосстановительной способности (ГЭ). Такие изменения состояния ГЭ приводят к нарушению динамического равновесия развития в них, что происходит на уровне биоразнообразия по количественному показателю информационного индекса Шеннона. Большое количество видов в ГЭ характеризуется высоким значением индекса. В статье представлены данные, свидетельствующие о качественном истощении гидроэкоосистем (ГЭ) р. Кальмиус. Установлено, что в условиях постоянного действия специализированных модифицирующих факторов (СМФ) нарушается биотическая регуляция ГЭ, которая определяется при использовании комплексного экологического биоценотического метода контроля. Метод позволяет идентифицировать нарушения трофических, саморегулирующих и других взаимосвязей в ГЭ.

Ключевые слова: гидроэкоосистема, структурно–функциональные свойства, самовосстановительная способность, биоразнообразие, индекс Шеннона, специализированные модифицированные факторы.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Спосіб придатного для життя людини довкілля є однією із основних складових сучасної концепції біотичного регулювання навколишнього середовища [1]. Це можливо здійснити в глобальних масштабах за рахунок відновлення угруповань природної біоти на великих територіях, а також на акваторіях поверхневих водних систем, які знаходяться в умовах постійного впливу спеціалізованих модифікуючих (антропогенних) факторів. Збереження екосистем різного рівня організації неможливе без збереження їх біорізноманіття, особливо видового, що забезпечує їх структурно – функціональну організацію [2]. Тільки представники конкретних видів вступають в біотичні та абіотичні взаємозв'язки і тим самим визначають функціонування екосистем.

Метою наших досліджень було з'ясування причинно – наслідкових взаємозв'язків між екологічними та спеціалізованими модифікуючими факторами (СМФ) в процесі розвитку гідроекосистем (ГЕ) водної системи р. Кальміус, русло якої знаходиться на техногенного навантажених територіях Донецького регіону. Нами досліджено здатність ГЕ до взаємодії між складовими водної системи всередині неї. Саме різноманітність гідробіонтів характеризує собою екологічну оцінку стану ГЕ [3,4,5] при використанні інформаційного індексу Шеннона, в якому інформація (ентропія або невизначеність) розглядається як рівень різноманітності. Індекс враховує кількість видів і ступінь їх домінування [5,4]. З'ясування причинно – наслідкових зв'язків між екологічними і СМФ досліджували в умовах визначення наукових

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

закономірностей розвитку водної системи р. Кальміус за довгостроковий період (30 років).

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Систематизовані дані екологічного моніторингу [6-8] з використанням нормативних методів контролю за станом водних систем [9] та, запропонованих нами, комплексних екологічних методів аналізу [10,11,12].

Показано, що екологічний стан ГЕ р. Кальміус незадовільний [11] і характеризується високим рівнем забрудненості води (III – V класи, що відповідає забрудненій, брудній воді), зміною її хімічного складу за рахунок перевищення кратності ГДК як по сумарним показникам (ХСК) так і

індивідуальним (нафтопродукти – 3 ГДК, феноли – 2 ГДК, азот амонійний, азот нітратний – 1,1 ГДК, азот нітритний – 16,1, БСК₅- 1,3 ГДК).

Крім того відбувається накопичення по ХСК важкоокислювальної органіки, яка надходить зовні, в результаті їх трансформації, а також продуктів метаболізму гідробіонтів (евтрофікація). На рисунку 1 показано зони сапробності в р. Кальміус, на рисунку 2 ступінь самоочищення води в ГЕ по результатам гідрохімічного та гідробіологічного аналізу, в таблиці 1 – основні закономірності розвитку ГЕ в умовах дії СМФ.

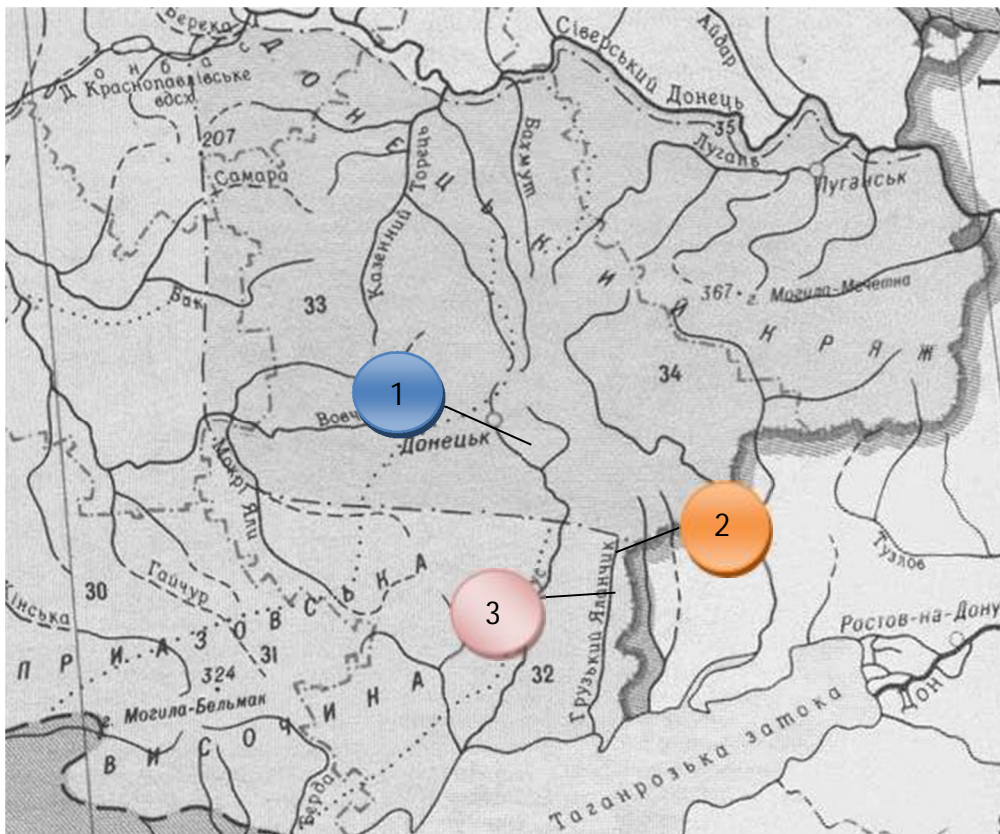


Рисунок 1 – Зони сапробності в р. Кальміус

	ІЗВ (класи)	I _e	Рівень структурно – функціональних змін в гідроекосистемах
- навантаження слабке або відсутнє;	I (до 0,2)	До 0,5	До 0,05
- слабке навантаження;	II (0,21-1,00)	0,6 – 1,4	0,06 – 0,1
- помірне забруднення;	III (1,01 – 2,00)	1,5-1,9	0,11 – 0,24
- забруднена;	IV (2,01 – 4,00)	2,0-2,5	0,25 – 0,54
- сильне забруднення;	V (4,01 – 6,0) VI (6,01-10,0)	2,6-4,0	0,55 – 1,00
- дуже сильне забруднення.	VII (≥ 10,01)	4,1-5,5	1,01 – 2,0

1 - 2 км вище м. Донецьк; 2 - 5 км нижче м. Донецьк; 3 - 500 м нижче ГДС; 4 - 11 км вище м. Маріуполь.

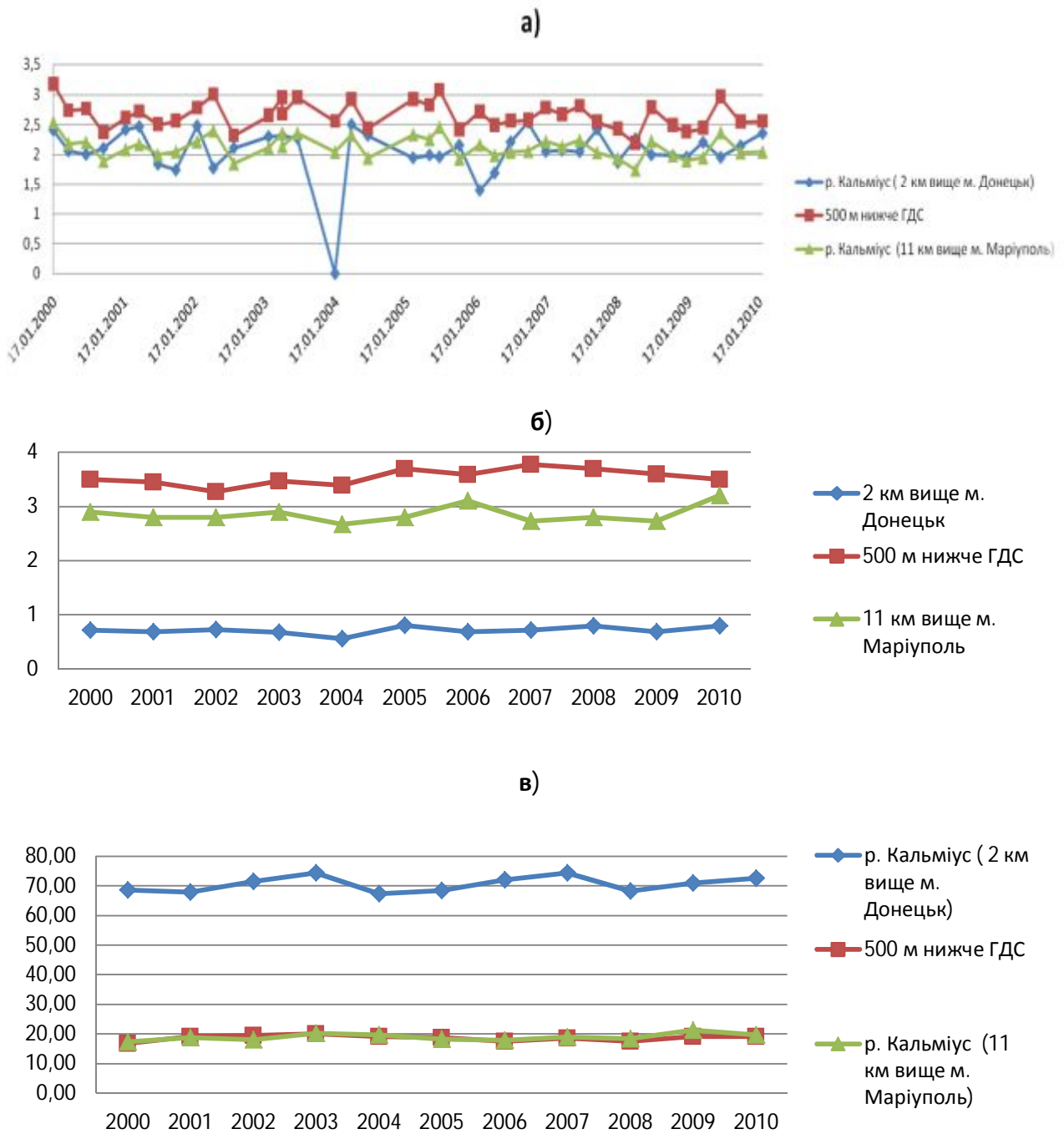


Рисунок 2 – Структурно – функціональні зміни в ГЕ (Індекс Шеннона (а), інтенсивність внутрішньоводоймних процесів (б), самоочищення (в))

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

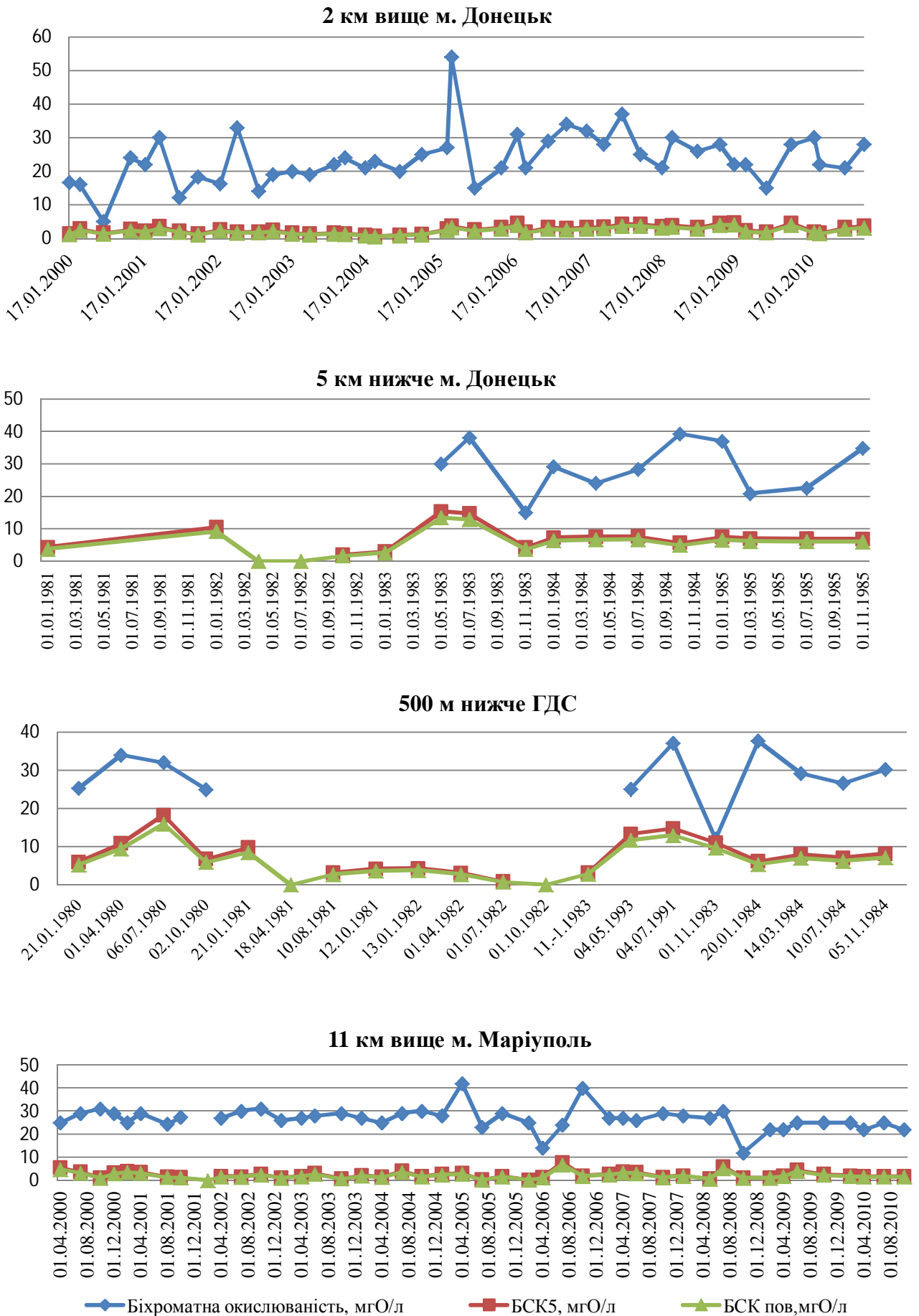


Рисунок 3 – Динаміка змін ХСК, БСК₅, БСК_{повн} для розрахункових гідростворів, мг/дм³.

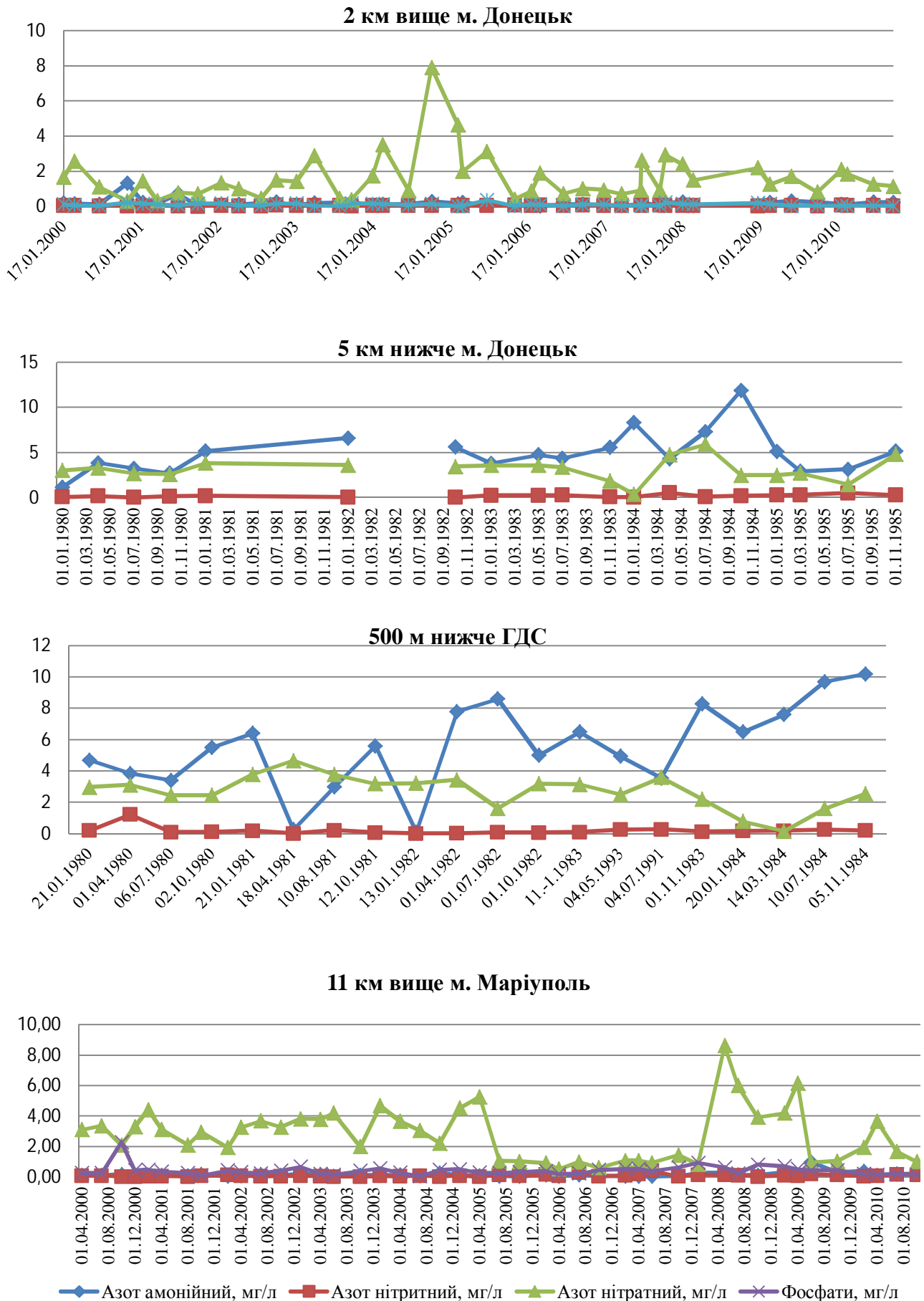


Рисунок 4 – Динаміка змін азоту амонійного, азоту нітратного, азоту нітратного та фосфатів для розрахункових гідростворів

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля
Таблиця 1 – Основні закономірності розвитку ГЕ в умовах дії СМФ

Гідроствори	Періоди	ІЗВ	I _с		I _{техн.}	Коефіцієнт самоочищення, % випадків			Рівень структурно – функціональних змін (індекс)	Коефіцієнт сапробності (модифікований)	Чисельність основних груп (10 ³ кл/мл)/біомаса (мг/л)	Кількість видів у групі	Масові та види індикаторів сапробності	Індекс Шеннона за біомасою
			середній	максимальний		Низький (0 – 0,35)	Середній (0,36 – 0,70)	Високий (0,71 – 1,0)						
2 км вище м. Донецьк	1980 – 1989 рр.	1,68 (III - забруднена)	2,3	2,7	0,3	20,14 %	71,01%	8,85%	0,28	0,18	0,678/1,072	7	b Senedra acus	2,865
	1990 – 1999 рр.	1,64 (III - забруднена)			0,28	20,13%	72,44%	7,43%	0,32	0,15		5	b Trachelomona s volvocina	
	2000 – 2010 рр.	1,63 (III - забруднена)			0,28	18,51%	70,44%	11,05%	0,3	0,15		11	Trachelomonas volvocina	
5 км нижче м. Донецьк	1980 – 1985 рр.	7,7 (VI – дуже брудна)	2,8	4,0	0,2	56,23%	41,01%	2,76%	1,6	0,31	0,096/0,007	2	Aukistrodesaus longissimus	0,922
500 м нижче ГДС	1980 – 1989 рр.	8,73 (VI – дуже брудна)	2,4	3,0	1,34	80,84%	18,70%	0,46%	2,4	2,2	0,056/0,011	1	b Yrucigenia tetrapedis	0,63
11 км вище м. Маріуполь	1980 – 1989 рр.	4,27 (V - брудна)	2,1	2,4	0,21	84,72%	12,50%	2,78%	1,3	0,35	0,088/0,06	4	b Diatoma elongata b Navicula vulvina	1,89
	1990 – 1999 рр.	2,03 (III - забруднена)	2,3	3,4	1,6	72,20%	22,20%	5,58%	0,8	0,9	0,272/0,368	4	viridula _Sthephano _discus	2,528
	2000 – 2010 рр.	3,8 (V - брудна)	1,9	4,0	2,4	79,89%	18,91%	1,19%	1,1	0,5	1,944/3,311	11	viridula _Oscillatori	17,6

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

Аналізуючи дані рисунків і таблиці можна зазначити наступне:

– по – перше, рівень сапробності води в ГЕ переважає альфа – та поліса пробні зони; рівень забрудненості – сильно забруднені, дуже сильно забруднені (рис 1);

– по – друге, в ГЕ відбувається накопичення важкоокислювальних речовин та елементів, яке знижує самовідновну здатність водної системи р. Кальміус (рис.2, табл. 1), що підтверджується високим рівнем вмісту у воді ГЕ азоту амонійного і цей показник підтверджує неповний розклад азотовмістких сполук;

– по – третє, відбуваються структурно – функціональні зміни в ГЕ, що характеризується порушенням самовідновної здатності, інтенсивності внутрішньоводоймних процесів тощо;

– по – четверте, відбуваються зміни щодо одного із головних компонентів біологічного різноманіття – загального числа видів в угрупованнях організмів, тобто залежність інформаційного індекса Шеннона (ступінь складності структури) від числа видів.

Відомо [3], що багатофакторність водного середовища та взаємодія факторів ГЕ можуть виникнути під впливом природних і антропогенних чинників. Нами обґрунтовано наслідки і взаємодії екологічних та СМФ в динамічних умовах розвитку ГЕ р. Кальміус у такій послідовності:

1) застосування інформаційного індекса Шеннона дозволяє визначити рівень різноманітності та структурної складності ГЕ. Зростання величини індекса вказує на зростання [2] ентропії та однорідності структури ГЕ, та, навпаки, зниження його величини показує, що структура стає менш однорідною і зростає домінування її окремих видів;

2) на трофічному рівні взаємозв'язки також частково змінюються за рахунок надходження зовні важкоокислюваних речовин: відбувається їх накопичення у водному середовищі, донних відкладеннях та гідро біонтах, що призводить до зміни середовища їх існування; внаслідок наявності цих речовин та їх токсичності відбувається зміна видового складу гідробіонтів; чим більше індекс Шеннона, тим більше видове різноманіття угруповання, зростання індекса свідчить на зростання невизначеності і однорідності структури системи (звичайно значення індекса лежить в межах від 1,5 до 3,5); змінюється хімічний склад води, а в деяких випадках властивості ГЕ (індекс техноємності, коефіцієнт самоочищення тощо);

3) зміна саморегулюючих зв'язків в ГЕ (коефіцієнт самоочищення, інтенсивність внутрішньоводоймних процеів тощо), рис.2, табл. 1;

4) зміна інформаційних зв'язків в умовах змін середовища існування гідробіонтів та дії речовин антропогенного походження на них в процесі накопичення;

5) зміна просторових зв'язків в ГЕ в розрахункових гідро створах, коли трофічні та саморегулюючі зв'язки змінюються в інтервалі: дуже малого навантаження речовин антропогенного

походження на ГЕ → сильного навантаження → помірною навантаження (рис.1, 2).

ВИСНОВКИ. Таким чином, зміна та наслідки в взаємовідносинах між екологічними та СМФ порушують динамічну рівновагу в ГЕ за рахунок екотоксикодинамічних та екотоксикокінетичних процесів, що призводять до порушення екологічно безпечного розвитку ГЕ – підтвердження – суттєві зміни в гідрохімічних та гідробіологічних показниках.

Наукова гіпотеза досліджень реалізована на практиці і полягає в розробці способу біоіндикації потенційно можливого порушення процесів самоочищення спочатку для ГЕ водної системи р. Прут, а потім – р. Кальміус. Створено метод ідентифікації структурно – функціональних властивостей та їх змін в умовах дії СМФ за допомогою організмів – біоіндикаторів [12]. За рахунок своєчасного визначення процесів трансформації ГЕ найбільш ефективними стануть водоохоронні заходи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Протасов А.А. Некоторые замечания относительно экологических группировок гидробионтов. – ж. Биология внутренних вод. – 2010, №3, с.11-13.
2. Алимов А.Ф. Биологическое разнообразие и структура сообществ органи змов. – Ж. Биология внутренних вод, 2010, № 3, с. 3-10.
3. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активност.- М.: Сов.наука, 1979г. – 167 с.
4. Биоразнообразие и качество среды антропогенно – измененных гидросистем Украины. – К.: Ин-т гидробиологии НАН Украины, 2005, 313с.
5. Государственный водный кадастр. Гидрохимические бюлетни I-IV кварталы / Государственный комитет Украины по гидрометеорологии. Центральная геофизическая обсерватория. 1980-1984 гг. – К.: ФОЛ Укр УКГС. 1981–1985.
6. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. Часть 1: Реки и каналы. Часть 2: Озера и водохранилища. Том 2 Украинская ССР. Выпуск 3. Бассейн Северского Донца, рек Крыма и Приазовья / Государственный комитет Украины по гидрометеорологии. Центральная геофизическая обсерватория. 1985–1990гг. – К.: УОП Укр гидромета, 1986–1991.
7. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. Часть 1: Реки и каналы. Часть 2: Озера и водохранилища. Выпуск 3. Бассейн Северского Донца, рек Крыма и Приазовья. / Государственный комитет Украины по гидрометеорологии. Центральная геофизическая обсерватория. 1991–2010гг. – К: УОП Укр ГМЦ, 1992–2011.
8. Удод В.М., Волошкіна О.С., Котова Т.В. Оцінка та прогнозування якості природних вод: Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. – К.: КНУБА, 2003. – 40с.

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

9. Удод В.М., Яців М.Ю. Сталий розвиток гідроєкосистем – основа екобезпечного водокористування//Екологічна безпека та природокористування: Наук.-техн. збірник. – К.:КНУБА, 2011.- Вип.7, с. 136-154.

10. Удод В.М., Жукова О.Г. Екологічна характеристика природно – антропогенних гідроєкосистем водного басейну р. Кальміус: Наук.-техн. Збірник «Екологічна безпека та збалансоване

природокористування». – К.:КНУБА, 2014.- Вип.15, с. 145-151.

11. Пат. а 2013 09888 Україна, МПК(2006)СО 27 3/32. Спосіб ідентифікації самовідновної здатності р. Прут/ Удод В.М. заявник та правовласник. Київ - № 88143; заявл. 09.03.2013; опубл. 11.03.2014, Бюл. №5. -6с.

DEVELOPMENT HIDROEKOSYSTEM KALMIUS RIVER OF SPECIALIZED IN THE FACTORS MODIFIED

V. Udod, O. Zhukova

Kyiv national university of construction and architecture

prosp. Povitroflotskyi 31, Kyiv, 03680, Ukraine. E-mail: elenazykova21@gmail.com

The water system of the Kalmius river is within the Donetsk region, which is characterized by high manufacturing potential and high technogenic loading of areas leading to quantitative and qualitative exhaustion of the water system. Author examined changes in hydrochemical and hydrobiological parameters in conditions of special modified (anthropogenic) factors. The Hydroecosystems of the Kalmius river are characterized by high level of water pollution , changes in the structural and functional properties, reduction in their self-repairing ability. These condition changes of the HE lead to disruption of dynamic balance of development in them what is happening at the level of biodiversity in quantitative terms of the Shannon information index . A large number of species in the HE are characterized by a high index value. The article presents evidence of qualitative depletion of aquatic ecosystems (GE) R. Kalmius. It is established that under the conditions of constant action of specialized modifying factors take place impaired biotic regulation of GE, which is determined by using the integrated environmental biocenotic method of control. The method allows the identification of trophic disorders, self-regulatory and other violations.

Key words: hydroecosystem, structural and functional properties, self-repairing ability, biodiversity, Shannon index , special modified factors.

REFERENCES

1. Protasov, A.A. (2010) «Some Relatively zamechanyya of environmental hrupyrovok hydrobyontov». *The same. Biology vnutrennyh water*, no.3, pp.11-13.

2. Alymov, A.F. (2010) «Byolohycheskoe raznoobraziye and structure soobschestv bodies conspiracies». *Biology of Internal waters*, no.3, pp.3-10.

3. Fedorov ,V.D. (1979) *Oh and methods Study fytoplanktona ego activity* [Oh and methods Study fytoplanktona ego activity]. Sov.nauka, Moscow, Russia.

4. *The quality Biodiversity and anthropogenic environment - yzmenennyh hydroekosystem Ukraine(2005)*. In-t hydrobyolohyy NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

5. The state water cadastre. Hydrochemical bulletins I-IV quarters (1980-1984), UkrGudromet, Kyiv, Ukraine.

6. *The state water cadastre. Annual data on surface waters. Part 1:the Rivers and channels. Part 2: Lakes and reservoirs». Vol. 2 of the Ukrainian SSR. Issue 3. The basin of the river Seversk Donec , rivers Crimea and Pryazovya* (1986-1991) UkrGudromet, Kyiv, Ukraine.

7. *The state water cadastre. Annual data on surface waters. Part 1:the Rivers and channels. Part 2: Lakes and reservoirs». Vol. 2 of the Ukrainian SSR. Issue 3. The basin of the river Seversk Donec , rivers Crimea and Pryazovya* (1992-2011) UkrGudromet, Kyiv, Ukraine.

8. Udod, V.M., Voloshkina, O.S., Kotova, T.V. (2003) *Valuation and predicting the quality of natural waters: Guidelines for laboratory work* [Valuation and predicting the quality of natural waters: Guidelines for laboratory work], KNUBA, Kyiv, Ukraine.

9. Udod, V.M., Yatsiv, M.Y. (2013) «Sustainable development of hydro ecosystems - the basis ekibastuzkogo water use» *Transactions Kyiv national University of construction and architecture*, no.7, pp.136-155.

10. Bondar, A.I., Tararico, E.G., Varlamov, E.N. (2006) *Introduction of European standards and norms in the State environmental monitoring system of Ukraine. Scientific-methodical manual* [European standards and norms in the State environmental monitoring system of Ukraine. Scientific-methodical manual], Inres, Kyiv, Ukraine.

11. Snezhko, S.I. (2001) *Assessment and forecasting of natural water quality* [Assessment and forecasting of natural water quality] Nika Center, Kyiv, Ukraine.

12. Yatsyk, A.V. (2007) *Method of calculation of anthropogenic load and classification of ecological status basins of small rivers of Ukraine* [Method of calculation of anthropogenic load and classification of ecological status basins of small rivers of Ukraine], Ministry of environmental protection of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

13. Udod ,V.M., Zhukov, O.G,(2014) «Ekolohichna characteristic natural - anthropogenic hidroekosystem water basin Kalmius» *Collection. of environmental safety and sustainable environmental management*. no.15, pp.145-151.

14. Pat. a2013 09888 Ukraine, IPC (2006) CO 27 3/32. Method indytyfikatsiyi samovidnovnoyi ability of the Prut river / VM Udod applicant and holder. Kyiv - № 88 143; appl. 09.03.2013; publ. 11.03.2014, Bull. Number 5. -6с.