

Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

Водные биоресурсы и аквакультура

Water bioresources and aquaculture

Науковий

журнал

2/2019

ОЛДІПІНОС

2019

ЗМІСТ

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ	6
<i>Бєдункова О.О., Клименко О.М., Статник І.І.</i> Рівні ядерних порушень еритроцитів крові риб антропогенно трансформованої річки Устя.....	6
<i>Пічура В.І., Потравка Л.О., Скок С. В.</i> Екологічний стан акваторії ріки Дніпро у зоні впливу урбосистем (на прикладі міста Херсон).....	19
<i>Хохлова Л.К., Морозов О.В.</i> Екологія двостулкового моллюска <i>Dreissena</i> в Каховській зрошувальній системі.....	35
АКВАКУЛЬТУРА	45
<i>Батуревич О.О.</i> Вплив мінералів сапоніт та анальцим на ліпідний склад м'язів коропа за умов внесення їх до основного раціону....	45
<i>Гриневич Н.С., Хом'як О.А., Присяжнюк Н.М., Михальський О.Р.</i> Аналіз гідротехнологічної складової індустріальних акваферм за замкнутого водопостачання.....	59
<i>Корнієнко В.О.</i> Аналіз впливу екологічних параметрів на результати вирощування мальків-покатників російського осетра в ставах.....	77
<i>Лавренко С.О., Кутищев П.С., Лавренко Н.М., Максимов М.В.</i> Аквапоніка – розумне поєднання рибництва та рослинництва в контексті екологічної безпеки.....	91
МЕТОДИ І МЕТОДИКИ	107
<i>Морозов О.В., Морозов В.В., Кабаченко А.І., Козленко Є.В.</i> Методичні підходи щодо оцінки якості поверхневих та ґрунтових вод у системі еколого-меліоративного моніторингу (на прикладі Інгулецького зрошуваного масиву).....	107
<i>Оліфіренко В.В., Козичар М.В., Оліфіренко А.А., Дюдяєва О.А.</i> Технології очистки води різного походження та цілового призначення в провінції Чжецзян.....	121
<i>Охріменко О.В., Біла Т.А., Ляшенко Є.В.</i> Дослідження параметрів якості водопровідної води у місті Херсон хімічними методами.....	134
<i>Пічура В.І., Потравка Л.О.</i> Методологія просторово-часової оцінки стану екосистеми басейнів річок і організації раціонального природокористування.....	144
<i>Шахман І.О.</i> Застосування методики оцінки водних об'єктів рибогосподарського призначення за комплексним показником екологічного стану.....	175
<i>Шевчук Т.В.</i> Ефективність різних методів визначення життєздатності личинок <i>A. simplex</i> у рибній продукції.....	186
СТОРІНКИ ІСТОРІЇ	201
Пам'яті А.С. Кириленка.....	201

УДК 502.51:504(477.72)

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2019.2.2>

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН АКВАТОРІЇ РІКИ ДНІПРО У ЗОНІ ВПЛИВУ УРБОСИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ МІСТА ХЕРСОН)

Пічура В.І. – д. с.-г. н.,

Потравка Л.О. – д.е.н.,

Скок С.В. – к. с.-г. н.

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

pichuravitalii@gmail.com, potravkalarisa@gmail.com, skok_sv@ukr.net

Визначення екологічного стану акваторії ріки Дніпро в умовах інтенсивного розвитку урбанізації є актуальним питанням розробки та впровадження природоохоронних заходів та забезпечення сталого водокористування. На прикладі м. Херсон встановлені закономірності впливу функціонування урбосистеми на деструкцію гідроекосистеми приміської акваторії р. Дніпро, що визначається системним впливом каналізаційних та поверхневих стічних вод із території міста. Встановлено, що розподіл вливу поверхневих стоків міста Херсон на акваторію р. Дніпро для рибогосподарського призначення за значеннями модифікованого індексу забруднення води (МІЗВ) відповідає класам: 100-метровій зоні «дуже брудна» – «надзвичайно брудна»; 300-метровій зоні «брудна» – «дуже брудна». Основним полутантом, що спричиняє погіршення якості дніпровської води, є значне перевищення вмісту нафтопродуктів, які потім потрапляють у приміську акваторію Дніпра із неочищеними стічними водами. Визначено негативний вплив каналізаційних скидів на погіршення стану гідроекосистем Нижнього Дніпра, що підсилюється погіршенням технічних умов очисних споруд, зокрема, невчасна очистка біологічних ставків приводить до скиду значної кількості забрудненого мулу, що викликає потрапляння в річку близько 400 тонн поверхнево-активних речовин, окисів азоту, сірки, фосфору, нафтопродуктів тощо. Встановлено, що в місці скиду річкової акваторії гідрохімічні властивості каналізаційних вод за окремими показниками перевищують значення ГДК для потреб рибогосподарського призначення в 4 рази. Це обумовлює незадовільний екологічний стан гідроекосистем Нижнього Дніпра в зоні дії урбосистеми і за її межами в напрямку течії. Запропоновані практичні водоохоронні рекомендації щодо удосконалення механізму ліквідації можливих аварійних ситуацій на очисних спорудах.

Ключові слова: урбосистема, акваторія, поверхневі води, екологічний стан, якість води, поверхневі стоки, каналізаційні скиди, полутанти, ріка Дніпро.

Постановка проблеми. Антропогенна трансформація екосистем як результат урбанізації, є однією із найбільш актуальних проблем, пов'язаних з інтенсифікацією впливу на природні екосистеми басейну річки Дніпро. Найбільш уразливими являються зони активної господарської діяльності людини, що трансформувала їх у техногенні зони. Урбанізація є складною

комплексною системою, яка викликає порушення природного гідрологічного режиму, зміни морфометричних характеристик русла, погіршення якості води безпосередньо в зоні впливу урбанізованих територій та за її межами в напрямку течії. Тому, нагальна проблема забруднення р. Дніпро в нижніх його ділянках течії, де накопичуються майже всі природні і техногенні компоненти поверхневого і підземного стоку є актуальною. Додаткову проблему для місцевих гідроекосистем спричиняють штучні водосховища середньої та нижньої частини Дніпра, які є інтенсивним джерелом вторинно-детритного продукування органіки. Довготривалий негативний вплив каналізаційно-поверхневих вод урбосистем призводить до зниження самовідновлювальної, очисної здатності поверхневих вод та зменшення видового різноманіття гідробіонтів гідроекосистем [1]. Тому виникає необхідність організованого управління якістю водних ресурсів басейну ріки Дніпро на основі комплексних екологічних оцінок хімічного і гідробіологічного стану акваторій та досягнення природно-техногенної безпеки поверхневих вод.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення екологічного стану гідроекосистем, змін їх природних властивостей, які знаходяться під дією природних та антропогенних чинників, розробок природоохоронних заходів, теоретичних та прикладних аспектів басейнового природокористування відображені у наукових працях вітчизняних і зарубіжних вчених, зокрема: Васенка О.Г. [2], Клименка М.О., Пилипенка Ю.В. [3], Пічури В.І. [4], Хільчевського В.К. [5], Яцик А.В. [1, 6], Юрасов С.М. [7], Auerbach D.A. [8], De Stefano [9], Gilvear D.J. [10], Романенко В.Д. [11], Felfoldy L [12]. Акцентовано, що важливим і першочерговим значенням є необхідність комплексного оцінювання якості вод, як індикатору антропогенного навантаження на гідроекосистеми. Зокрема, головними аспектами в оцінці екологічного стану якості поверхневих вод є положення концепції сталого розвитку для формування стратегії водокористування та розробки водоохоронних заходів, застосування басейнового підходу для планування і комплексного управління водними ресурсами, екосистемного підходу для визначення причинно-наслідкових зв'язків із біотичних та абіотичних параметрів [13].

Рівень забруднення поверхневих вод оцінюють за частотою виявлених перевищень гранично допустимих концентрацій (ГДК); кратністю перевищення ГДК за окремими компонентами хімічного складу забруднень; повторністю (%) виявлених у воді забруднюючих речовин або показників забруднення за певний проміжок часу (доба, декада, місяць, сезон, рік). Для виявлення тенденцій зміни якості поверхневих вод здійснюють порівнянням максимальних, мінімальних і середніх оцінок за певними гідрологічними сезонами; формами кривих частот концентрації; формами

інтегральних кривих розподілу концентрацій; екологічної класифікації якості поверхневих вод. Найпоширенішим методом оцінки якості води є відношення фактичного вмісту забруднюючої речовини до відповідних нормативних значень цих хімічних показників – ГДК. Зокрема, серед нормативних критеріїв для різних типів водокористування найбільш жорстким є вимоги до якості поверхневих вод для потреб рибогосподарського призначення [14]. Для детальних екологічних досліджень акваторій здійснюють комплексну оцінку стану водних екосистем за гідрофізичними, гідрохімічними, гідробіологічними властивостями. Застосування комплексних оцінок стану водних об'єктів є трудомістким заходом, але забезпечують високу достовірність визначення рівня забруднення акваторій водойм та водотоків. Архипова Л.М. [14] запропонувала оцінювати вплив на водні екосистеми за фоновими показниками природних водних об'єктів на основі визначення гідроекологічного індексу, шляхом порівняння якості води різних ділянок водного об'єкту, вище і нижче скиду стічних вод. Рибалова О.В. [15] акцентувала, що встановлення впливу антропогенних чинників на інтенсивність проявів деградаційних процесів у водних екосистемах повинно визначатися за показниками розораності і урбанізованості водозабору та об'ємів скиду каналізаційно-стічних вод.

Країни Європейського Союзу з метою захисту водної флори та фауни розробили Екологічну класифікацію природних вод (ECE Classification of Ecological Freshwater Quality, CES/668). У Швеції та Німеччині для оцінки якості природних вод використовують методи біотестування стічних вод для визначення гострої та хронічної токсичності ґрунту і донних відкладів. Методи біотестування являються альтернативним підходами до визначення якості води, які базуються на реакції тест-об'єктів до наявності канцерогенних речовин у воді [16].

Постановка завдання. Визначити екологічний стан акваторії ріки Дніпро для потреб рибогосподарського призначення у зоні впливу урбосистеми міста Херсон за гідрохімічними показниками стану поверхневих вод.

Методи дослідження. Комплексна оцінка якості вод приміської акваторії у напрямку течії р. Дніпро в місці скиду, 100- та 300-метровій зоні здійснено за модифікованим індексом забруднення води. Послідовність виконання оцінки якості води здійснювалося у два етапи: на першому етапі здійснювався розрахунок значення показника, а на другому – за розрахованим значенням індексу і за шкалою якості здійснювалася характеристика якості води. Оцінка представляється в балах.

Модифікований індекс забруднення води (МІЗВ) розраховується за формулою [7]:

$$МІЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ГДК_i} \quad (1)$$

де $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація хімічного компоненту;
 C_i – фактична концентрація хімічного компоненту;
 6 – кількість інгредієнтів.

Отже, кількість показників, які беруться для розрахунку МІЗВ, повинна бути шість, і включати: біохімічне споживання кисню ($БСК_5$) та розчинений кисень (O_2) є обов'язковими, а інші чотири показника беруться за найбільшими відношеннями до ГДК з переліку: SO_4^{2-} , Cl^- , XCK , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , $Fe_{заг}$, Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} , Al^{3+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , As^{3+} , нафтопродукти ($НП$), синтетичні поверхнево-активні речовини ($СПАР$).

На відміну від інших показників, для розчиненого кисню при розрахунках МІЗВ береться співвідношення норматив ($ГДК_i$)/реальна концентрація (C_i). Критерії оцінки якості вод за МІЗВ наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Критерії оцінки якості вод за модифікованим індексом забруднення води (МІЗВ)

Клас якості води	Характеристика класу	Значення індексу забруднення води
I	Дуже чиста	$\leq 0,3$
II	Чиста	0,31–1,0
III	Помірно забруднена	1,01–2,5
IV	Забруднена	2,51–4,0
V	Брудна	4,01–6,0
VI	Дуже брудна	6,01–10,0
VII	Надзвичайно брудна	$> 10,0$

До I класу належать води, на які найменше впливає антропогенне навантаження. Значення їх гідрохімічних і гідробіологічних показників близькі до природних значень для даного регіону. Для вод II класу характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги. До III класу належать води, які перебувають під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем.

Води IV–VII класів – це води з порушеними екологічними параметрами, і їхній екологічний стан оцінюється як екологічний регрес.

Деталізація процесів взаємодії «урбоекосистема-ріка» дозволяє визначити їх етапи за схемою (рис. 1), де відображено основні «контактні точки» взаємодії стічних компонентів міського «метаболістичного комплексу» та гідроекосистеми приміської зони Дніпра.

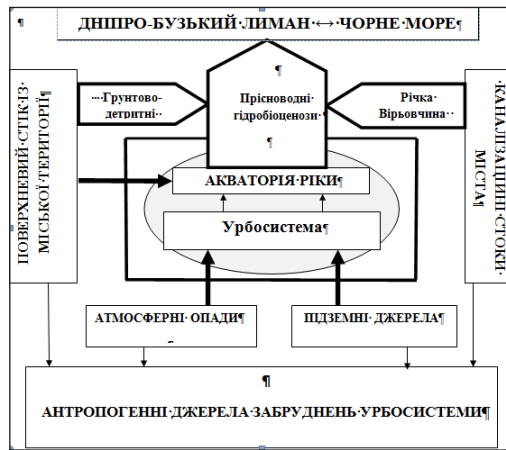


Рис. 1. Основні етапи взаємодії урбосистеми та гідроекосистем Нижнього Дніпра в зоні Херсонської агломерації

Дослідження екологічних аспектів стійкості річкових гідроекосистем в приміській акваторії були виконані впродовж 2010-2017 рр. У цей період за умов формування нових форм аграрних, технологічних і соціально-економічних відносин, що відобразилося на екологічній ситуації кожної локальної ділянки урбосистеми м. Херсон та на перетвореннях у місцевих біоценозах з посиленням режимів техногенного навантаження на території міської агломерації.

Отримані результати досліджень щодо функціонування урбосистеми, стосовно формування, транспортування, накопичення, очищення та видалення зливових і каналізаційних вод мають прикладну цінність, формують базис екологічної оцінки з метою подальшого прогнозу їх впливу на гідроекосистему нижнього Дніпра.

Результати дослідження та їх обговорення. Деструкція ґрунтів в результаті будівництва різних типів міських споруд призводить до перерозподілу більшої частки внутрішньогрунтових та підземних вод у поверхневу складову. Тому, додатковими джерелами забруднення Пониззя Дніпра є неочищені води каналізаційно-поверхневих стоків міста Херсон із домішками аерозолі, продуктами руйнування дорожніх покриттів, палива і паливно-мастильних матеріалів, продуктів ерозії, і несанкціонованих звалищ сміття, сховищ промислових твердих відходів, домішок в складі атмосферних опадів, неочищених скидів міських елеваторів та приватних будинків, розміщених в прибережній території р. Дніпро. Також, до джерел забруднення слід віднести побутові та промислові стоки із різним ступенем біологічної очистки, які надходять через каналізаційну мережу до міських очисних споруд і скидаються в правий рукав (р. Кошову) р. Дніпро.

Оцінка якості води і визначення впливу забруднення урбосистеми міста Херсон на гідроекосистему Пониззя Дніпра необхідні для виявлення масштабів забруднення, встановлення сумарного урбанізованого впливу на зміни екологічного стану водного середовища, визначення можливостей зниження його навантаження з метою розробки системи водоохоронних і відновлюваних заходів та прийняття відповідних управлінських рішень.

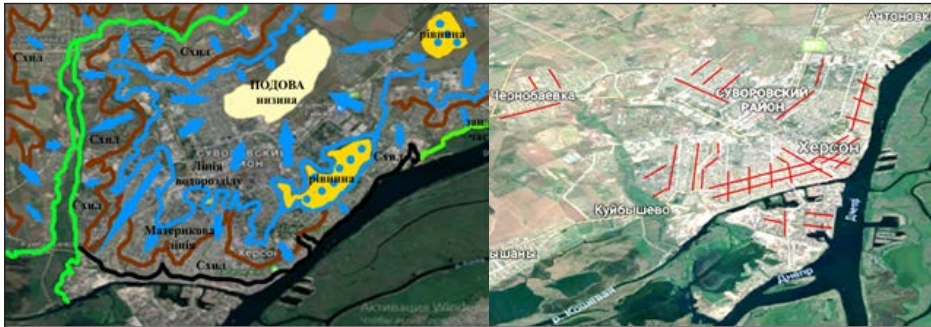
Водний баланс території міста Херсон визначається за сумарним обсягом поверхневого стоку, фільтраційних втрат та випаровування. Зокрема, обсяг поверхневого стоку розрахований на основі надходження природної сумарної вологи в період 1961–2017 рр. на площу території урбосистеми, який склав $179,8 \pm 44,7$ млн м³, із рівнем варіації – 11,9%. За останні 20 років середньорічне значення поверхневого стоку зменшилося в 2,7 рази (від 328,34 до 121,20 млн м³ на рік), з них близько 63,5 \pm 5,6% випаровувалося. Сезонна інтенсивність проявів опадів спричиняє прискорення ерозійно-небезпечних процесів на території урбосистем, що є наслідком систематичного дифузного забруднення приміської акваторії річки Дніпро. Встановлено, що перерозподіл поверхневих стоків безпосередньо залежить від рельєву місцевості урбосистеми (рис. 2а), яка має схилу форму рельєфу з перевагою у північній, західній та південній частині міста Херсон, формуючи при цьому поверхневий стік із вмістом небезпечних політантів у напрямку річок Вирьовчиної, Кошової та р. Дніпро.

Доведено, що наслідком урбанізованої ліквідації природної мережі водостоків стало порушення гідрологічного режиму місцевості і перебування системи розвантаження підземного стоку, який відбувався переважно на схилах балок. Виявлено значне збільшення поверхневого стоку у зоні Херсонського поду, який поглинає більшість вологи з внутрішньої частини міста. Штучне регулювання перерозподілу поверхневого стоку у найбільш небезпечних ділянках урбосистеми здійснюється за рахунок зливової мережі (рис. 2б) загальною довжиною 71,4 км.

Встановлено, що за останні 20 років технічна підтримка зливової мережі була відсутня, оскільки не входила до загально-міської каналізації, не мала юридичної належності (окрім декількох відомчих ділянок на території підприємств), а відповідно не включала системи флотаційної очистки від забруднюючих речовин. На території м. Херсон переважає штучне покриття, що обумовлює високу швидкість поверхневого стоку із коефіцієнтом змиву 0,8 [17].

Із всієї мережі на сьогодні функціонують лише декілька магістралей у кварталах міста вздовж дніпровського схилу, що складає 30% мережі, інші 70% знаходяться в стані ґрунтово-мулового забруднення, поверхневі стоки з території міста не піддаються очищенню та фільтрації. Відсутність їх поєднання з водотоками каналізаційної мережі (близько 85%) призво-

дить до прямого потрапляння поверхневих вод до річки Дніпро. Окрім цього, близько 60% каналізаційної системи міста Херсон характеризується незадовільним технічним станом, що призводить до її систематичного прориву, витoku каналізаційних стоків в ґрунтових водах. Обсяги каналізаційного водовідведення міста складають 45–50 тис. м³, які проходженням через біологічні ставки слів вважати умовно очищеними, в подальшому скидаються в правий рукав Дніпра.



- а) Умовні позначення:
- місцевий водорозділ;
 - межі заплавної частини;
 - межі рівнинного плато;
 - схилів форми рельєфу
- б) Умовні позначення:
- мережа зливової каналізації

Рис. 2. Водороздільна орієнтація рельєфу (а) та схема зливової каналізації (б) на території міста Херсон станом на 2017 р.

Визначено, що гідрохімічні властивості неочищених та умовно очищених каналізаційно-поверхневих скидів в акваторію р. Дніпро за окремими показниками у 2017-2018 рр. перевищували значення ГДК для потреб рибогосподарського призначення, зокрема, за показниками каналізаційно-поверхневих стоків – у 1,2–4,2 рази. Встановлено вплив поверхневих стоків урбосистеми міста Херсон на гідроекосистему р. Дніпро шляхом визначення якості води на 100- і 300-метровій ділянці акваторії річки за течією для придатності річкової води до рибогосподарського призначення: у 100-метровій – «дуже брудна» та «надзвичайно брудна»; у 300-метровій зоні «брудна» – «дуже брудна». Таким чином, у зоні проведених досліджень визначаємо екологічний стан гідроекосистем Нижнього Дніпра як незадовільний.

З метою окреслення масштабів антропогенного навантаження скидами каналізаційно-поверхневих стоків проведено оцінку якості води нижче 500 м скиду каналізаційних вод, що виявляє коливання рівня

мінералізації, сульфатів, хлоридів, амонійного азоту, фосфатів від 2 до 6 разів, що підтверджує наявність антропогенних факторів забруднення поверхневих вод Дніпра та доводить низьку якість води ріки Дніпро відповідно нормативам рибогосподарського призначення (табл. 2).

Таблиця 2. Середньорічні концентрації речовин в контрольних створах на різних ділянках Дніпра за 2017 р. (в одиницях кратності відповідних ГДК)

Місце відбору проб та рік	Завислі речовини, мг/дм ³	БСК ₅ мг/дм ³	Мінералізація мг/дм ³	Сульфати мг/дм ³	Хлориди мг/дм ³	Азот амонійний мг/дм ³	Азот нітратний мг/дм ³	ХСК мг/дм ³	Нітриги мг/дм ³	Фосфати мг/дм ³
Річка Вирьовчина, 500 м вище місця скиду в Кошовій	-*	-*	1,5	0,51	1,25	0,96	1,84	2,7	1,67	3,81
Річка Вирьовчина, 500 м нижче місця скиду в Кошовій	-*	-*	1,5	0,57	1,24	0,86	-	2,8	0,95	4,26
Створ села Олександрівка (Дніпровський лиман)	0,7	2,7	7,2	5,34	12,3	2,72	0,02	1,0	-	1,06
Створ села Станіслав (Дніпро-Бузький лиман)	0,6	5,5	6,8	4,87	11,4	3,94	-	1,40	-	1,46

Примітка: – дослідження не проводились, -* величина ГДК відсутня
Джерело: складено у відповідності [18].

Особливу небезпеку несуть сполуки фосфору, концентрація яких у зоні досліджень характеризується стійкою тенденцією до збільшення по причині низької ефективності системи очистки від фосфатів на очисних спорудах водно-каналізаційного господарства.

Поверхнево-активні речовини, які надходять зі стічними каналізаційними водами покривають поверхню р. Дніпро шаром поверхневої плівки, зменшуючи при цьому процес випаровування за рахунок підвищеної температури на поверхні води.

Вплив концентрації поллютантів на водних мешканців описується рівнянням Габера, згідно якого малі концентрації забруднюючих речовин за тривалий час однаково впливають на живі організми таким же чином як і великі концентрації за короткий час [19]:

$$T=C*t$$

T – токсичність, хв мг/дм³;

C – концентрація забруднюючої речовини, мг/дм³;

T – час дії токсину на організм, хв.

Слід відмітити, що токсичність водного середовища зумовлюється какож метаболізмом самих гідробіонтів (природна токсичність). Так, під час масового розвитку синьо-зелених водоростей у водне середовище надходить значна кількість токсичних метаболітів, що може призводити до загибелі зоопланктону та риб, зниження їх плодючості, що є показником хронічного їх отруєння.

Однією з специфічних особливостей водних екосистем є передача токсикантів харчовими ланцюгами. Синергізм поллютантів і специфічність внутрішніх процесів у водній екосистемі річки Дніпро зумовлюють певні закономірності міграції і трансформації речовин, які складно враховувати під час оцінки стану водного середовища та його токсичності для мешканців гідросфери. У 2015-2017 рр. зміни якості води характеризувалися динамікою (табл. 3): за модифікованим індексом забруднення вода змінювалися від «помірно забрудненої» (III клас) до «забрудненої» (IV клас), за комплексним індексом забруднення вода оцінена як «забруднена» (II клас) та «брудна» (III клас).

Таблиця 3. Зведені результати оцінки якості води Нижнього Дніпра

Пост	Якісна оцінка ступеня забруднення								
	ІЗВ			МІЗВ			КІЗ		
	Значення	Клас якості води	Ступінь чистоти	Значення	Клас якості води	Ступінь чистоти	Значення	Клас якості води	Характеристика забруднення води
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2015 рік									
1	0,35	II	чиста	1,58	III	помірно забруднена	43	III	брудна
2	0,31	II	чиста	1,44	III	помірно забруднена	40	III	брудна
3	0,32	II	чиста	1,43	III	помірно забруднена	40	III	брудна

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2016 рік									
1	0,26	I	дуже чиста	1,19	III	помірно забруднена	36	II	забруднена
2	0,23	I	дуже чиста	1,25	III	помірно забруднена	32	II	забруднена
3	0,30	I	дуже чиста	1,21	III	помірно забруднена	51	III	брудна
2017 рік									
1	1,29	III	помірно забруднена	3,39	IV	забруднена	43	III	брудна
2	1,27	III	помірно забруднена	3,33	IV	забруднена	46	III	брудна
3	1,28	III	помірно забруднена	3,48	IV	забруднена	46	III	брудна

Погіршення екологічного стану гідроекосистем Нижнього Дніпра в зоні дії урбосистеми пояснюється відсутністю очисних систем поверхневих вод та їх незадовільного технічного стану. Просторово-сезонний розподіл опадів та водокористування визначають швидкість та обсяг винесення поліюантів урбосистеми каналізаційно-поверхневими стоками. При цьому, завдяки просторовому перерозподілу стічних вод у дельтово-плавневій гідромережі в напрямку течії річки спостерігалось часткове самоочищення вод у озерно-плавневих екосистемах р. Дніпро, що підтверджено незначним покращенням якості води в нижній течії річки Дніпро.

Проте, відповідно числових значень МІЗВ воду оцінено як незадовільну, відповідно класам: «помірно забруднена» (III клас) – «забруднена» (IV клас)». Згідно проведених досліджень встановлено, що поверхневі стоки у період сильних опадів посилюють вплив на екологічний стан водних екосистем Дніпра. Їх загроза, як дифузних джерел забруднення, полягала в епізодичності та ускладнені прогнозу їх виникнення.

Непередбачувана кількість опадів приводить до дегазації води, циклічного коливання поверхневого стоку, збільшення токсичності хімічних речовин, прискорює біохімічні процеси водоїм. Зміна теплового та кисневого режимів водної екосистеми р. Дніпро впливає на гідробіонти, порушуючи межі їх витривалості та трофічні зв'язки.

З огляду на вищевикладене слід зауважити, що основними джерелами забруднення р. Дніпро в межах урбосистеми м. Херсон є водно-

каналізаційне господарство та промислові підприємства. Нагального вирішення потребує модернізація очисних споруд на основі розбудови сучасної системи багаторівневої очистки каналізаційних стічних вод. Крім того, актуалізується впровадження системи зменшення водоемності виробництва за рахунок впровадження зворотної системи водопостачання, що дозволяє скоротити витрати води у 13 разів. Досить вагомим природоохоронним заходом є очистка мереж зливової каналізації та будівництво очисних споруд для зливових вод, які повинні бути оснащені піско- та нафтовловлювачами.

Результатами проведених досліджень доведено, що в екологічно-економічних умовах півдня України природно-гідрологічні процеси самоочищення та саморегуляції аквасистем Нижнього Дніпра зберігають свою спроможність завдяки первинній структурно-функціональній організації їх елементів. Але за умови збільшення антропогенного навантаження підвищуються ризики втрати здатності до самостабілізації та самоочищення гідроекосистем природних річково-плавнево-озерні біотичних комплексів Дніпра. Запропоновані природоохоронні заходи, направлені на охорону акваторії, сприятимуть збереженню наявної гідрологічної структури гирлової частини Дніпра та забезпечать підвищити показники якості води до рибогосподарських норм.

Висновки. В процесі досліджень визначено проблеми антропогенної трансформації водних екосистем, які пов'язані з посиленням урбанізаційних процесів. Здійснення комплексних оцінок якісного стану водних об'єктів забезпечує встановлення об'єктивного рівня забруднення поверхневих вод в просторово-часовому розрізі. Визначено, що найбільш небезпечними, в межах урбосистеми м. Херсон, є зливові та каналізаційні стічні води. Встановлено, що близько 70% зливової та каналізаційної мережі мають незадовільний технічний стан, що призводить до їх систематичного прориву, витоку та перерозподілу забруднених стоків в ґрунтових водах. Погіршення екологічного стану гідроекосистем Нижнього Дніпра в зоні дії урбосистеми ускладнюється відсутністю очисних систем зливових вод, просторово-сезонним нерівномірним розподілом опадів, що визначають швидкість та обсяг потрапляння поліутантів у дельтово-плавневу гідромережу в напрямку течії річки. Для зменшення антропогенного навантаження на водні екосистеми р. Дніпро запропоновано заходи щодо модернізації очисних споруд шляхом розбудови оновленої системи багаторівневої очистки каналізаційних стічних вод, будівництва очисних споруд для зливових вод.

Публікація містить результати досліджень, проведених за грантом Президента України за конкурсним проектом Ф 84.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АКВАТОРИИ РЕКИ ДНЕПР В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ УРБОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ХЕРСОН)

Пичура В.И. – д. с.-х. н.,

Потравка Л.А. – д.э.н.,

Скок С.В. – к. с.-х. н.

*Херсонский государственный аграрный университет, pichuravitalii@gmail.com,
potravkalarisa@gmail.com, skok_sv@ukr.net*

Определение экологического состояния акватории реки Днепр в условиях интенсивного развития урбанизации является актуальным вопросом разработки и внедрения природоохранных мероприятий и обеспечения устойчивого водопользования. На примере г. Херсон установлены закономерности влияния функционирования урбосистемы на деструкцию гидроэкосистемы пригородной акватории р. Днепр, определяется системным воздействием канализационных и сточных вод с территории города. Установлено, что распределение вливания поверхностных стоков города Херсон на акваторию р. Днепр для рыбохозяйственного назначения по значениям модифицированного индекса загрязнения воды (МИЗВ) соответствует классам: 100-метровой зоне «очень грязная» – «чрезвычайно грязная»; 300-метровой зоне «грязная» – «очень грязная». Основным поллютантом, что приводит к ухудшению качества днепровской воды, является значительное превышение содержания нефтепродуктов, которые попадают в пригородную акваторию Днепра с неочищенными сточными водами. Определено негативное влияние канализационных сбросов на ухудшение состояния гидроэкосистем Нижнего Днепра, которое усиливается ухудшением технических условий очистных сооружений, в частности, несвоевременная очистка биологических прудов приводит к сбросу большого количества загрязненного ила, вызывает попадание в реку около 400 тонн поверхностно-активных веществ, оксидов азота, серы, фосфора, нефтепродуктов. Установлено, что в месте сброса речной акватории гидрохимические свойства канализационных вод по отдельным показателям превышают значения ПДК для нужд рыбохозяйственного назначения в 4 раза. Это обуславливает неудовлетворительное экологическое состояние гидроэкосистем Нижнего Днепра в зоне действия урбосистемы и за ее пределами в направлении течения. Предложены практические водоохранные рекомендации по совершенствованию механизма ликвидации возможных аварийных ситуаций на очистных сооружениях.

Ключевые слова: урбосистема, акватория, поверхностные воды, экологическое состояние, качество воды, поверхностные стоки, канализационные сбросы, поллютанты, река Днепр.

ECOLOGICAL CONDITION OF THE DNIEPER-RIVER WATER AREA IN THE ZONE OF THE IMPACT OF URBOSYSTEMS (EXEMPLIFIED BY KHERSON)

Pichura V.I. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

Potravka L.O. – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor

Skok S.V. – Candidate of Agricultural Sciences

Kherson State Agrarian University, pichuravitalii@gmail.com,

potravkalarisa@gmail.com, skok_sv@ukr.net

Determining ecological condition of the Dnieper-river water area under conditions of intensive urbanization is a topical issue of developing and implementing nature conservation measures and ensuring sustainable water use. The example of Kherson allows determining the regularities of the impact of the urbosystem activity on the destruction of the hydro-ecosystem of the suburban Dnieper-river water area characterized by a systematic impact of sewage and surface runoff from the town territory. The research establishes that the distribution of the impact of the surface runoff of Kherson on the Dnieper-river water area for the purpose of fishery corresponds to the following grades by the values of the modified index of water pollution (MIWP): “very dirty” – “extremely dirty” in 100-meter zone; “dirty”– “very dirty” in 300-meter zone. The main pollutant causing the deterioration of the Dnieper water quality is a substantial excess of the content of oil products flowing into the suburban Dnieper water area with untreated wastewater. The study determines a negative impact of sewage on the deterioration of the hydro-ecosystem condition of the Lower Dnieper, intensified by worsening technical conditions of treatment plants, in particular, untimely treatment of biological ponds causes a discharge of a considerable amount of dirty silt leading to the dumping of about 400 tons of surface active agents, nitrogen oxides, sulfur, phosphorus, oil products etc. into the river. The research determines that hydro-chemical features of sewage in the dumping place of the water area exceed the values of the maximum allowable concentration for the needs of fishery four times by some indexes. It causes unsatisfactory ecological condition of the hydro-ecosystem of the Lower Dnieper in the zone of the impact of the urbosystem and beyond its boundaries in the direction of the stream. The study presents practical water conservation recommendations to improve the mechanisms for eliminating possible emergencies at treatment plants.

Keywords: urbosystem, water area, surface water, ecological condition, water quality, surface runoff, sewage, pollutants, the Dnieper-river.

ЛІТЕРАТУРА

1. Яцик А.В., Грищенко Ю.М., Волкова Л.А., Пашенюк І.А. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління: Підручник для студентів вищих навч. закладів. Київ: Генеза, 2007. 360 с.
2. Васенко О.Г., Рибалова О.В., Артем'єв С.Р., Горбань Н.С., Коробкова Г.В., Полозенцева В.О., Юрченко А.І., Бреславець А.І., Козловська О.В., Мацак А.О., Савічев А.А. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія. Харків: НУГЗУ, 2015. 419 с.

3. Клименко М.О., Пилипенко Ю.В., Бедункова О.О. Огляд підходів до оцінювання «здоров'я» гідроекосистем за показниками гомеостазу риб. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*. 2016. 24 (1). С. 61-71.
4. Пічура В.І., Шахман І.О., Бистрянцева А.М. Просторово-часова закономірність формування якості води в річці. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Том 10, № 1-2. С. 44–57.
5. Хільчевський В.К., Забокрицька М.Р., Кравчинський Р.Л., Чунарьов О.В. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона : навч. посібник. Київ: ВПЦ «Київський університет». 2015. 172 с.
6. Томільцева А.І., Яцик А.В., Мокін В.Б. Екологічні основи управління водними ресурсами. Київ: Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.
7. Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод: навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2012. 168 с.
8. Beyond concrete: accounting for ecosystem services from free-flowing rivers / Auerbach D.A., et al. *Ecosystem Services*. 2014. Vol. 10. P. 1–5.
9. De Stefano L., Duncan J., Dinar S., Stahl K., Strzepek K.M., Wolf A.T. Climate change and the institutional resilience of international river basins. *Journal of Peace Research*. 2012. Vol. 49 (1). P. 193–209.
10. Gilvear D.J., Spray C.J., Casas-Mulet R. River rehabilitation for the delivery of multiple ecosystem services at the river network scale. *Journal of environmental management*. 2013. Vol. 126. P. 30–43.
11. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П., Яцик А.В. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ : Символ. 1998. 28 с.
12. Felföldy L. J. M. A biological vizminosites. 3 Javitott es bovitett kiadas. *Vizugyi hidrobiologia*. Budapest, 1990. 263 p.
13. Nendza M. Inventory of marine biotest methods for the evaluation of dredged material and sediments. *Chemosphere*. 2002. Vol. 48. Issue 8. P. 865–883.
14. Архипова Л.М. Природно-техногенна безпека гідроекосистем: монографія. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2011. 366 с.
15. Рибалова О.В., Анісімова С.В., Поддашкін О.В. Оцінка спрямованості процесів стану екосистем малих річок. *Вісник Международного Славянського університета*. 2003. Т. VI. № 1. С. 12–16.
16. Three hundred ways to assess Europe's surface waters: an almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive / Birk S. et al. *Ecological Indicators*. 2012. Vol. 18. P. 31-41.
17. Ткачук О.А., Сальчук В.Л. Нові підходи до визначення розрахункових параметрів стоку дощових вод при його регулюванні на міських територіях. *Вісник НУВГП. Технічні науки*. 2015. Вип. 1(69). С. 132–140.

18. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2017 році. Херсон, 2018. 238 с.
19. Євтушенко М.Ю., Дудник С.В., Глебова Ю.А. Акліматизація гідро-біонтів. Київ: Аграрна освіта, 2011. 240 с.

REFERENCES

1. Yatsyk A.V., Hryshchenko Yu.M., Volkova L.A., Pasheniuk I.A. (2007). *Vodni resursy: vykorystannia, okhорona, vidtvorennia, upravlinnia* [Water resources: use, protection, reproduction, management]. Kiev: Genesis. [in Ukrainian].
2. Vasenko O.H. (2015). *Intehralni ta kompleksni otsinky stanu navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha: monohrafiia* [Integral and comprehensive environmental assessments]. Kharkiv: NUHZU. [in Ukrainian].
3. Klymenko M.O., Pylypenko Yu.V., Biedunkova O.O. (2016). *Ohliad pidkhodiv do otsiniuvannia «zdorov'ia» hidroekosystem za pokaznykamy homeostazu ryb* [Overview of approaches to assessing the health of aquatic ecosystems by fish homeostasis]. *Visnyk Dnipropetrovs'kogo universytetu. Biologija, ekologija*. no. 24 (1), 61–71. [in Ukrainian].
4. Pichura V.I., Shakhman I.O., Bystriantseva A.M. (2018). *Prostorovo-chasova zakonomirnist formuvannia yakosti vody v richtsi* [Spatio-temporal pattern of formation of water quality in the river]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*, vol.10, 1-2, 44–57. [in Ukrainian].
5. Khilchevskiy V.K., Zabokrytska M. R., Kravchynskiy R. L., Chunarov O.V. (2015). *Osnovni zasady upravlinnia yakistiu vodnykh resursiv ta yikhnia okhорona* [The basic principles of water quality management and their protection]. Kyiv: VPTs Kyivskiy universytet. [in Ukrainian].
6. Tomiltseva A.I., Yatsyk A.V., Mokin V. B. (2017). *Ekolohichni osnovy upravlinnia vodnyimi resursami* [Environmental basics of water management]. Kyiv: Instytut ekolohichnoho upravlinnia ta zbalansovanoho pryrodokorystuvannia. [in Ukrainian].
7. Yurasov S.M., Safranov T.A., Chuha A.V. (2012). *Otsinka yakosti pryrodnykh vod: navchalnyi posibnyk* [Assessment of natural water quality]. Odesa: Ekolohiia. [in Ukrainian].
8. Auerbach D.A. (2014). Beyond concrete: accounting for ecosystem services from free-flowing rivers. *Ecosystem Services*, vol. 10, 1–5. [in English].
9. De Stefano, et al. (2012). Climate change and the institutional resilience of international river basins. *Journal of Peace Research*, vol. 49 (1), 193–209. [in English].
10. Gilvear D.J., Spray C.J., Casas-Mulet R. (2013). River rehabilitation for the delivery of multiple ecosystem services at the river network scale. *Journal of environmental management*, vol. 126, 30–43. [in English].

11. Romanenko V.D., Zhukynskiy V.M., Oksiiuk O.P., Yatsyk A.V. (1998). *Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnyy katehoriyamy* [Methodology of ecological assessment of surface water quality by relevant categories]. Kyiv: Symvol. [in Ukrainian].
12. Felföldy L. J. M. (1990). A biological vizminosites. 3 Javitott es bovitett kiadas. *Vizugyi hidrobiologia*. Budapest. [in English].
13. Nendza M. (2002) Inventory of marine biotest methods for the evaluation of dredged material and sediments. *Chemosphere*, vol. 48, Issue 8, 865–883. [in English].
14. Arkhypova L.M. (2011). *Pryrodno-tekhnohenna bezpeka hidroekosystem: monohrafiia*. [Natural-technogenic safety of hydro-ecosystems]. Ivano-Frankivsk: IFNTUNH. [in Ukrainian].
15. Rybalova O.V., Anisimova S.V., Poddashkin O.V. (2003). *Otsinka spriamovanosti protsesiv stanu ekosystem malykh richok* [Assessment of the orientation of small river ecosystems]. *Visnyk Mezhdunarodnoho Slavianskoho universyteta*, vol. VI, no. 1, 12–16. [in Ukrainian].
16. Birk S. et al. (2012). Three hundred ways to assess Europe’s surface waters: an almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive. *Ecological Indicators*, vol. 18, 31–41. [in English].
17. Tkachuk O.A., Salchuk V.L. (2018). *Novi pidkhody do vyznachennia rozrakhunkovykh parametriv stoku doshchovykh vod pry yoho rehuliuванні na miskyykh terytoriiakh* [New approaches to determining the estimated parameters of rainwater runoff while regulating it in urban areas]. *Visnyk NUVHP. Tekhnichni nauky*, vol.1(69), 132–140. [in Ukrainian].
18. *Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha u Khersonskii oblasti u 2017 rotsi*. (2018). [Regional report on the state of the environment in the Kherson region in 2017]. Kherson. [in Ukrainian].
19. Yevtushenko M.Yu., Dudnyk S.V., Hliebova Yu.A. (2011). *Aklimatyzatsiia hidrobiontiv* [Acclimatization of hydrobionts]. Kyiv: Ahrarna osvita. [in Ukrainian].