

**Статник І. І., к.с.-г.н., доцент, Клименко Л. В., к.с.-г.н., доцент**  
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, i.i.statnik@nuwm.edu.ua, l.v.klimenko@nuwm.edu.ua)

### **ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД МАЛОЇ РІЧКИ ТИННІВСЬКА В МЕЖАХ ТЕРИТОРІЇ МІСТА РІВНЕ**

У статті проведений розрахунок рівня антропогенного навантаження на басейн річки Тиннівська, який засвідчує, що його ландшафт в цілому характеризується як нестабільний з чітко вираженою нестабільністю. Оцінка якості поверхневих вод річки за показниками Іе свідчить про те, що найбільш забрудненою є гирлова ділянки річки, де зафіксовані критичні рівні забруднення річкової гідроекосистеми. Якість води по всій довжині річки змінюється від III до V класу, за рівнем антропогенного навантаження – від доброго стану до кризи водної екосистеми. Гідротехнічні заходи рекомендується проводити в межах ділянок, які були виокремлені на підставі проведених інженерно-екологічних досліджень та аналізу оцінки рівня антропогенного навантаження на басейн річки.

**Ключові слова:** якість води; криза водної екосистеми; порушення трофічних зв'язків; антропогенне навантаження; біоплато; біогенні речовини.

**Постановка проблеми.** Відомо, що в останні роки відмічається погіршення якості основної водної артерії міста Рівне – річки Устя та її приток. На нашу думку однією з причин погіршення якості поверхневих вод на цій ділянці р. Устя є антропогенні чинники – надходження забруднених поверхневих вод з лівої притоки Усті – річки Тиннівська, стан якої оцінюється як незадовільний. Подальше зволікання з вирішенням цієї проблеми приведе до зниження асимілюючої здатності гідроекосистеми та погіршення екологічної ситуації основної артерії Рівного – річки Устя. Тому сьогодні важливо використати технології відновлення поверхневих вод басейну річки Тиннівська, що і є ціллю нашої роботи.

Наукові дослідження, які були проведені в останні десятиріччя, свідчать про значне погіршення якості поверхневих вод водних об'єктів [1–5]. Зміна якості поверхневих вод річок і водойм пов'язана

насамперед із зміною клімату, недотриманням вимог Водного кодексу України, розвитком ареальної урбанізації, зростаючим рівнем антропогенного навантаження на басейни (комунальними і промисловими об'єктами, сільськогосподарським виробництвом), а також високим рівнем перетворюваності ландшафтів [6–9]. Тому оцінювання впливів цих факторів на якість поверхневих вод річок і водойм, пошук технологічних рішень щодо відновлення та захисту водних об'єктів визначає значимість та актуальність даного дослідження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженням якості поверхневих вод річок Рівненської області і міста Рівне присвячені роботи М. О. Клименка, О. М. Клименка, Й. В. Гриба, В. В. Сондака, А. М. Прищепи В. Й. Мельник, Ю. Р. Гроховської, О. О. Бедункової, Л. М. Стецюк, Н. М. Вознюк, І. І. Статника та багатьох інших науковців [3; 10–14]. Аналіз результатів цих досліджень засвідчує, що основні водні артерії Рівненської області зазнають значного антропогенного тиску з боку господарської діяльності, якість поверхневих вод основних приток р. Горинь не відповідають вимогам Водної Рамкової Директиви ЄС. Річка Устя є найбільш забрудненою річкою у Рівненській області.

В останні роки в поверхневих водах річки Устя в межах м. Рівне відмічається перевищення екологічних нормативів у трофосапробіологічному блоці у декілька разів [9].

Періодично у весняно-літній період у поверхневих водах р. Устя спостерігається різке зниження вмісту розчиненого кисню до 1,6–4,7 мг/дм<sup>3</sup> при нормі 6 мг/дм<sup>3</sup>, що спричиняє замор риб.

На нашу думку, погіршення якості поверхневих вод р. Устя біля мосту на вул. Соборній обумовлюється надходженням до річки забруднених вод з лівої притоки річки Тиннівська та Боярчик.

**Мета і завдання досліджень.** Мета досліджень полягла в розробленні технологічних рішень з відновлення та захисту поверхневих вод басейну річки Тиннівська на виконання міської Програми розчищення і впорядкування малих річок та охорони підземних вод від забруднення на 2020–2025 роки, яка інтегрована в «Стратегію розвитку міста Рівне 2030».

Для досягнення встановленої мети виконувалися такі завдання: проводилися натурні обстеження та інструментальні дослідження басейну річки Тиннівська; оцінювалась екологічна стійкість ландшафту річки; проводилась оцінка якості поверхневих вод річки; розроблялися технологічні рішення з відновлення екологічного стану басейну річки.

**Об'єкт дослідження** – зміна якості поверхневих вод річки Тиннівська.

**Предмет дослідження** – показники, які характеризують якість поверхневих вод річки та гідротехнічні рішення з відновлення водної екосистеми.

**Методи досліджень.** Методи досліджень включали в себе проведення польових, лабораторних та аналітичних досліджень, розрахункову частину та математичну обробку матеріалу із використанням ГІС-технологій. Польові дослідження включали натурне обстеження та відбір проб води у 4 контрольних створах на річці Тиннівська від витoku до гирла за 13 показниками її якості. Натурне обстеження водозбірної території річки здійснювали за допомогою безпілотного літального апарату. Хіміко-аналітичний контроль якості води р. Тиннівська проводився відповідно нормативних вимог у сертифікованій лабораторії якості води НУВГП. Інструментальне дослідження (вміст розчиненого кисню, насиченість киснем, температуру, РН, ОВП) визначали в місці відбору проб сертифікованими мобільними приладами EZODO 7031, Adva AD 11.

Оцінку якості поверхневих вод басейну річки Тиннівська проведено згідно з методикою «Комплексної експертної оцінки екосистем басейнів річок» (ІЕ), (Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В., 1999). Визначення кількісної і якісної оцінки екологічної стійкості ландшафту (КЕСЛ-1) здійснювали за методикою Гейниче В., Клементкова Е., 1995.

**Результати досліджень.** Басейн річки Тиннівська розташований у межах Рівненського району Рівненської області. Гідрографічна мережа річки Тиннівська становить 7450 м (рис. 1), площа водозбору – 1146,7 га. Річка протікає із заходу на схід, має дві основні притоки. Використовуючи ГІС-технології встановлено, що 263,603 га (23% території басейну) забудовано. Річка бере початок з околиці міста Рівне (південозахідна частини міста, вул. Тиннівська). Геологічну основу сучасної поверхні Волинської височини, де протікає річка, становить рослинна поверхня верхньокрейдових відкладів, які місцями перекриваються пісковиками та вапняками нижнього сармату. Найважливішою особливістю геологічної будови височини на даній території є майже суцільне поширення лесовидної товщі (нерозчленовані середнь-верхньочетвертинні лесовидні супіски та суглинки еолово-демовіального походження, потужність яких сягає 7–20 м).

Саме розвиток нестійких до розмиву лесових комплексів слід

розглядати як одну з головних передумов формування яружно-балкового рельєфу, який є типом сучасної поверхні верхньої частини басейну річки Тиннівська. Цей тип рельєфу призводить до посилення ерозійних процесів, збільшення надходження завислих речовин у водну екосистему та погіршення фізико-хімічних властивостей річки (рис. 2).

Якість поверхневих вод річки формується під впливом як природних, так і антропогенних чинників. Останні, а саме точкові та просторові чинники, на нашу думку, є визначальними у формуванні гідроекологічного здоров'я досліджуваної річкової екосистеми.

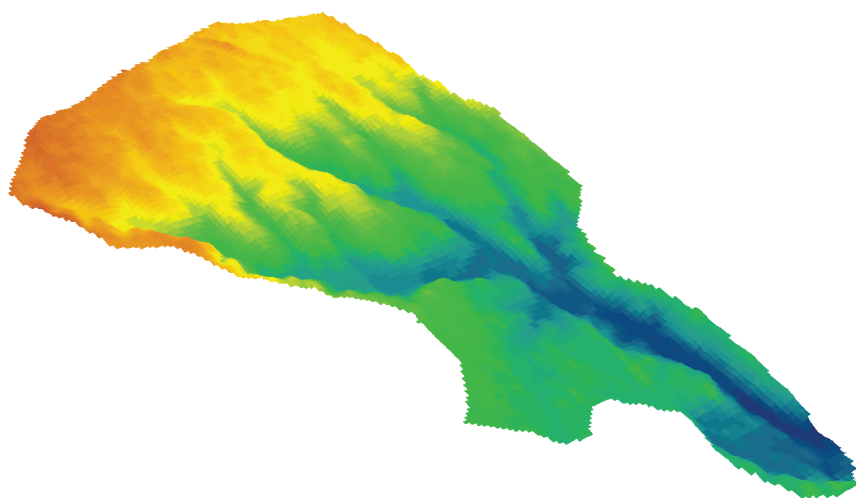


Рис. 1. Карта гідрографічної мережі річки Тиннівська

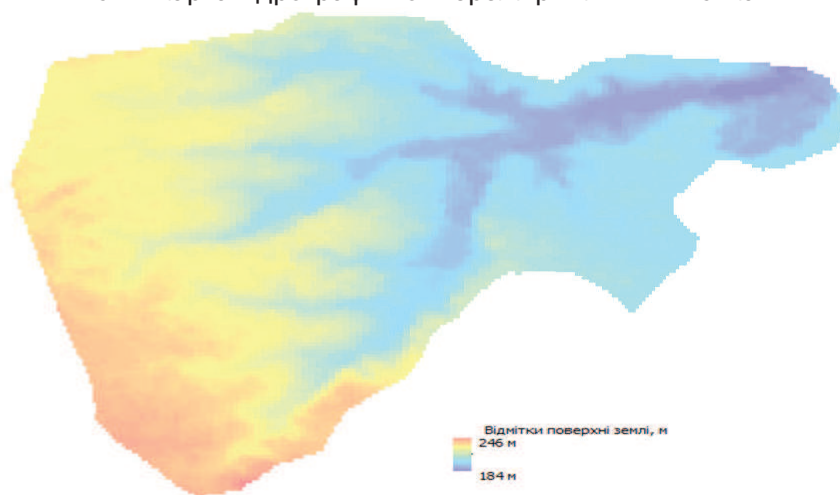


Рис. 2. Рельєф басейну річки Тиннівська

Основна частина басейну річки Тиннівська знаходиться в межах міста, відповідно отримує значне антропогенне навантаження з урбанізованої території басейну. Поверхневі води річки забруднені промисловими, побутовими, сільськогосподарськими стоками і за якістю не відповідають регіональним екологічним нормативам. Докорінні зміни у структурі річкового русла зумовлені інтенсивним сільськогосподарським освоєнням басейну річки та забудовою території.

*Точкові джерела забруднення.* Значний вплив на якість води мають скиди стічних вод без очистки. У гирловій частині басейну річки нами виявлена труба каналізаційного колектора, яка знаходиться поблизу ПП «МІО» вул. Нижньодворецька. Що ж до забруднень просторового дифузного характеру – це надходження забруднюючих речовин у верхів'ї річки із сільськогосподарських угідь, де елементарно не дотримується Водний кодекс України. Також значного забруднення отримує річкова система через надходження дощових стоків через зливовий колодязь автомобільної дороги вул. Дубенська.

Погіршенню якості поверхневих вод також сприяють нестабільні ландшафти, площі яких у басейні річки представлені городами та урбанізованими територіями. Кількісну оцінку екологічної стійкості ландшафту басейну оцінювали за коефіцієнтом екологічної стабільності ландшафту – КЕСЛ.

Отримані результати оцінки стабільності ландшафту представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати оцінки екологічної стійкості ландшафту басейну  
 р. Тиннівська

Характеристика	Площа структурних елементів басейну	
	км <sup>2</sup>	%
Лісистість	0,3	2,6
Заболоченість	0,8	7
Озерність	-	-
Природоохоронні території	-	-
Розораність	6,2	54,1
Осушеність	-	-
Урбанізованість	2,63	22,93
Інші	1,54	13,43

продовження табл. 1

Всього	11,47	100
КЕСЛ	<b>0,11</b> <b>ландшафт нестабільний з яскраво вираженою</b> <b>нестабільністю</b>	

Результати розрахунків свідчать про те, що ландшафт басейну річки Тиннівська в цілому характеризується як нестабільний з чітко вираженою нестабільністю. До таких змін призвела неконтрольована господарська діяльність, а саме: значна розораність, урбанізованість територій.

Інструментальні дослідження в місцях відбору проб води засвідчили те, що у поверхневих водах річки Тиннівська від витoku до гирла відмічається зменшення вмісту розчиненого кисню у воді до критичних значень від 6,5 до 1,9 мг/дм<sup>3</sup> (при нормі 6 мг/дм<sup>3</sup>), показники насиченості киснем знаходяться в межах від 26 до 13%, значеннями показника ОВП знаходиться в межах від -59 до -83 мВ. На нашу думку, значна частина розчиненого кисню у воді витрачається на окислення забруднюючих речовин, які постійно надходять зі стічними водами від діючих колекторів та дифузним стоком з поверхні водозбору річки.

Поряд з оцінкою рівня антропогенного навантаження на досліджуваний басейн нами за гідрохімічними показниками проведена оцінка якості поверхневих вод річки від витoku до гирла. Якість води оцінювалася за шкалою, згідно якої залежно від кількісних значень загального екологічного індексу визначається клас якості води, стан водного середовища та рівень антропогенного навантаження:

$I_e = 0,1-1,0$  – I клас якості води, еталонний стан, рівень антропогенного навантаження – нормальні сингенетичні сукцесії;

$I_e = 1,0-3,0$  – II клас якості води, стан добрий, рівень антропогенного навантаження – розхитування екосистеми;

$I_e = 3,0-8,0$  – III клас, стан задовільний, рівень антропогенного навантаження – випадання особливо чутливих видів;

$I_e = 8,0-21,0$  – IV клас, стан перехідний, порушення трофічних зв'язків у системі;

$I_e > 21$  – V клас, стан незадовільний, криза.

Результати оцінки якості поверхневих вод річки Тиннівська свідчать про те, що у всіх досліджуваних створах спостерігаються перевищення екологічного нормативу у сольовому блоці за вмістом

хлоридів від 1,8 до 2,6 разів. У трофо-сапробіологічному блоці перевищення нормативів було виявлено за вмістом заліза загального у 14 разів, азоту нітратного у 180 разів, фосфатів – 14 разів. За вмістом токсичних речовин поверхневі води річки характеризуються як мало забруднені.

Розраховані кількісні та якісні показники, які характеризують якість води та рівень антропогенного навантаження у досліджуваних створах, наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Результати розрахунку якості поверхневих вод р. Тиннівська

Створ річки	Результати розрахунку	Якість води	Рівень антропогенного навантаження
№ 1	$I_E = (1,66 + 15,3 + 1,3) / 3 = 6,08$	Стан добрий III клас	Розхитування екосистеми
№ 2	$I_E = (2,08 + 13,74 + 2,1) / 3 = 5,9$	Стан добрий III клас	Розхитування екосистеми
№ 3	$I_E = (1,69 + 14 + 0,13) / 3 = 5,2$	Стан добрий III клас	Розхитування екосистеми
№ 4	$I_E = (1,06 + 180 + 0,079) / 3 = 60,38$	Стан незадовільний V клас	Криза

Аналіз результатів розрахунку якості поверхневих вод р. Тиннівська свідчить про те, що від витoku до гирла якість води змінюється від 2 до 5 класу, від розхитування екосистеми до кризи в системі.

Проведена комплексна оцінка екологічного стану басейн р. Тиннівська свідчить про те, що під впливом природних і антропогенних чинників територія басейну зазнала деградаційних змін, що призвело до деградації гідрографічної мережі та критичного погіршення якості поверхневих вод. Це обумовило необхідність розробки технологічних рішень (заходів), які б дозволили зупинити деградацію річкової екосистеми, збільшити її буферну ємність та відновити якість поверхневих вод.

Пропонується схема відтворення річки Тиннівська залежно від рівня антропогенного навантаження, якого зазнають окремі частини басейну річки.

Залежно від джерел прямого та опосередкованого впливу на територію водозбору та встановленої якості поверхневих вод від

витоку до гирла пропонується поділити басейн р. Тиннівська на три ділянки:

1. Витік річки Тиннівська – до автомобільного мосту, вул. Ярослава Гашека, III клас якості води.
2. Північна частина басейну річки (в межах мікрорайону Тинне м. Рівне та с. Вересневе), III клас якості води.
3. Від автомобільного мосту вул. Ярослава Гашека до водосховища вул. Дворецька.

Для цих ділянок річки нами запропоновані технологічні рішення з відновлення їх екологічного стану.

Так, перша виділена нами ділянка річки характеризується високою освоєністю території водозбору, розораністю до урізу води, відсутністю прибережно-захисних смуг, наявністю несанкціонованих сміттєзвалищ у заплаві річки, наявністю дифузних джерел забруднень поверхневих вод, заростанням русла річки водними рослинами та підвищеним вмістом біогенних речовин у поверхневих водах. Вирішення вищезазначених проблем цієї ділянки річки потребує реалізації запроєктованих технологічних рішень (заходів) з відновлення гідрологічного режиму та якості поверхневих вод річки, які представлено у табл. 3.

Таблиця 3

Технологічні рішення у верхів'ї р. Тиннівська  
(ділянка № 1. Витік річки Тиннівська – до автомобільного мосту,  
вул. Ярослава Гашека, III клас якості води)

№з/п	Вид заходів	Черговість робіт		
		Коротко-строкові	Середньо-строкові	Довго-строкові
<b>Водозбір</b>				
1	Оптимізація та раціональне використання структурних елементів басейну річки		✓	
2	Зменшення надходження забруднюючих речовин із дифузним стоком	✓		
<b>Заплава</b>				
1	Винести в натуру водоохоронні зони	✓		
2	<b>Посилення контролю за веденням господарської діяльності</b>		✓	



продовження табл. 3

Русло				
1	Розробка проєкту з розчистки русла та берегокріплення річки	✓		
2	Облаштування джерела витоку річки	✓		
2	Впровадження системи постійного моніторингу біотичних параметрів		✓	

Друга ділянка річки також характеризується високою освоєністю території водозбору, забудованістю, розораністю до урізу води, відсутністю прибережно-захисних смуг, побудовою несанкціонованих копанок, наявністю несанкціонованих сміттєзвалищ у заплаві річки, великої кількості побутових відходів у руслі річки, наявністю дифузних джерел забруднень поверхневих вод, заростанням русла річки водними рослинами та підвищеним вмістом біогенних речовин.

Вищевизначені проблеми на даній ділянці р. Тиннівська потребують реалізації запропонованих технологічних рішень (заходів), що представлені в табл. 4.

Таблиця 4

Технологічні рішення на другій ділянці р. Тиннівська (північна частина басейну річки в межах мкрн Тинне та с. Вересневе), III клас якості води

№ з/п	Вид заходів	Черговість робіт		
		Коротко строкові	Середньо строкові	Довго строкові
<b>Водозбір</b>				
1	Зменшення надходження забруднюючих речовин з дифузним стоком			✓
2	Каналізування пд-зх частини м. Рівне, мкрн Тиннівська та с. Вересневе, створення локальних очисних споруд	✓		
3	Будівництво локальних очисних споруд очистки дощових стоків автодороги на вул. Дубенська		✓	
<b>Заплава</b>				
1	Винесення в природу прибережно-захисних смуг та водоохоронних зон	✓		
2	Посилення контролю за веденням господарської діяльності		✓	

продовження табл. 4

<b>3</b>	Ліквідація незаконних копанок	✓		
<b>Русло</b>				
<b>1</b>	Розробка проєкту з розчистки русла річки, будівництва біоплато по типу поверхневого потоку поблизу автомобільного мосту вул. Ярослава Гашека, зведення підірної водопропускної очисної споруди із коробчастих габіонів заповнених цеолітом	✓		
<b>2</b>	Облаштування джерела витoku річки		✓	
<b>3</b>	Впровадження системи постійного моніторингу абіотичних параметрів		✓	

Розробка проєкту з будівництва біоплато по типу поверхневого потоку на другій ділянці річки базуються на біологічному способі очищення з використанням вищої водної рослинності. Потреба у розробці нових технологій очищення поверхневих вод обґрунтована зміною характеру та фазово-дисперсного стану забруднень річки стічними водами.

Створення біоплато, з огляду на його відносну дешевизну, надійність та екологічну чистоту, має безсумнівну перевагу серед інших методів в очищенні поверхневих річкових вод від забруднюючих речовин. За вмістом забруднюючих речовин у річці Тиннівська нами проведено розрахунки з визначення конструкції біоплато.

Вихідні дані для розрахунків розміру біоплато:

1. Вміст органічної речовини на вході в очисні споруди по БСК<sub>5</sub> – 4,2 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

2. Необхідний ступінь доочищення БСК<sub>5</sub> – 1 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

3. Об'єм води, що подається на очистку.

Поперечний переріз русла річки на даній ділянці має вигляд трапеції. У нашому випадку основами трапеції є ширина водної поверхні та ширина дна, а висота – глибина річки. Площа трапеції:  
 $S = 0,35 \text{ м} * (1,0 \text{ м} + 0,9 \text{ м}) / 2 = 0,35 \text{ м} * 1,9 \text{ м} / 2 = 0,3325 \text{ м}^2$ .

Витрати води в річці:  $Q = 0,3325 \text{ м}^2 * 0,1 \text{ м/с} = 0,033 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Об'єм води, що надходить у систему біоплато складає 2850 м<sup>3</sup>/добу.

4. Окислювальна потужність біоплато –  $1,7 * 10^{-4} \text{ гО}_2/\text{м}^3$ .

5. Глибина біоплато – 1 м.

Розрахунок розмірів біоплато:

Навантаження по органічній речовині складає:  $P = 2850 (4,2 - 1) =$

9120 г O<sub>2</sub> /добу = 0,106 г/сек.

Загальна ємність біоплато:  $W_{\text{біоплато}} = 0,106 : 1,7 \cdot 10^{-4} = 623,5 \text{ м}^3$  або 57 м<sup>2</sup> площі з глибиною до 1 м.

Для ефективної екологічної очистки поверхневих вод від біогенних речовин ми пропонуємо встановити підпірну водопропускну гідроочисну споруду із коробчастих габіонів [15]. Дану гідротехнічну споруду запроєктовано встановити поряд з автодорожнім мостом по вул. Ярослава Гашека.

Підпірна водопропускну очисна споруда із коробчастих габіонів заповнюється природним адсорбером. Особливістю винаходу є те, що коробчасті габіони, заповнюють цеолітом фракції 60–300 мм і укладають в металеві каркаси (рис. 3). Завдяки тому, що коробчасті габіони вкладають у металеві каркаси є можливість виконати заміни цеоліту шляхом демонтажно-монтажних робіт.

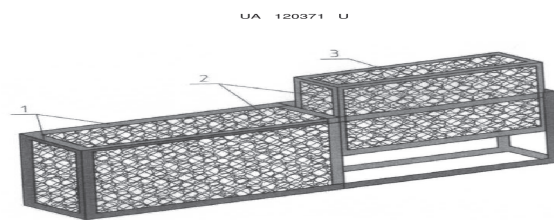


Рис. 3. Підпірна водопропускну гідроочисна споруда із коробчастих габіонів

Цеоліт взаємодіє з водою не лише як фільтрувальний, але й як адсорбційний компонент. Завдяки іонообмінним властивостям цеоліт здатний тривалий час проводити очищення води від неорганічних (від важких металів, заліза загального, іонів аміаку, сульфатів, нітратів, нітриту, фосфатів, хлоридів, фтору, ціанідів тощо), органічних речовин (від поверхнево-активних речовин, фенолу, емульгованих нафтопродуктів, трихлоретилену тощо).

У міру засмічення і накопичення наносів, шляхом демонтажно-монтажних робіт, використаний цеоліт може бути замінений новою порцією або очищений від забруднюючих включень.

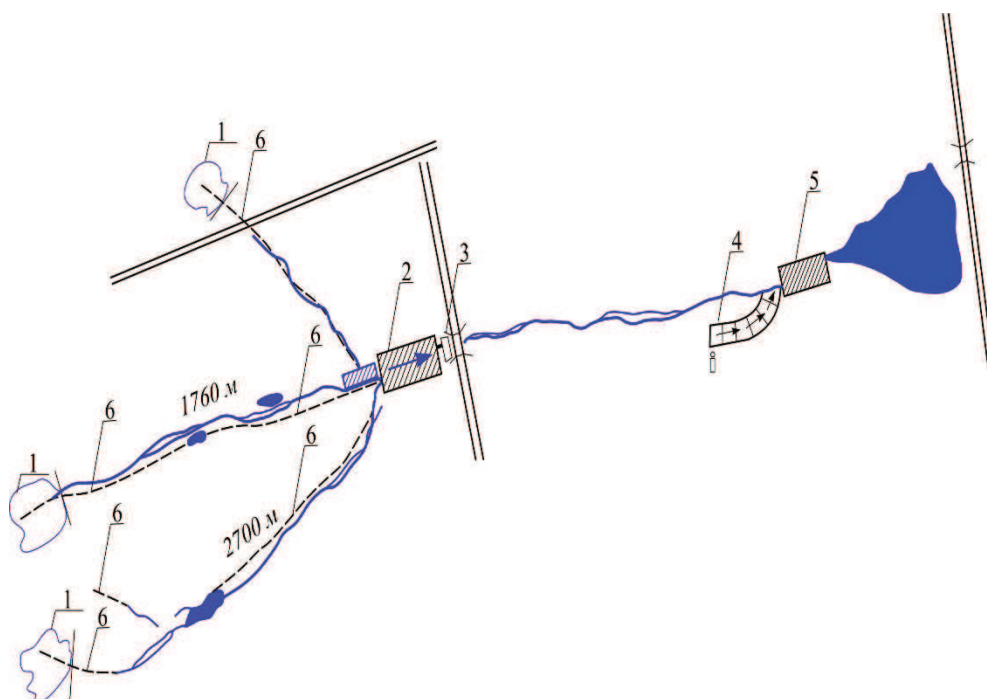
Третя виокремлена ділянка річки характеризується значним заростанням русла річки, негативним впливом від промислової та селітебної території м. Рівне, точковим надходженням неочищених та недоочищених стічних вод, дифузним зливом дощових стоків тощо. Нами запропоновано технологічні рішення з відновлення гідрологічного режиму та якості поверхневих вод ділянки річки, які представлені в табл. 5.

Таблиця 5

Технологічні рішення в третій частині р. Тиннівська  
(від автомобільного мосту вул. Ярослава Гашека до водосховища  
вул. Дворецька)

№ з/п	Вид заходів	Черговість робіт		
		Коротко строкові	Середньо строкові	Довго строкові
<b>Водозбір</b>				
1	Створення локальних очисних споруд на підприємствах та у гаражному кооперативі		✓	
2	Зменшення надходження забруднюючих речовин із дифузним стоком			✓
<b>Заплава</b>				
1	Ліквідація надходження несанкціонованих скидів забруднюючих речовин	✓		
2	Винесення в природу прибережно-захисних смуг та водоохоронних зон	✓		
3	Посилення контролю за веденням господарської діяльності		✓	
<b>Русло</b>				
2	Розробка проєкту технологічного аераційного очисного коридору, каскадного біоплато у складі розподільчої площадки з макрофітам, біоплато з макрофітами, біоплато з зануреною рослинністю (водоростями) та водовідведення	✓		
4	Впровадження системи постійного моніторингу біотичних параметрів		✓	

Загальну технологічну схему запропонованих гідротехнічних рішень з відновлення гідроекологічного стану річки Тиннівська представлено на рис. 4.



- 1- Облаштування джерела (витоку річки)
- 2- Організація біоплато по типу поверхневого стоку
- 3- Зведення підірної водопропускної очисної споруди (коробчасті габіони)
- 4- Технологічний аераційний очисний коридор
- 5- Каскадне біоплато
- 6- Розчистка русла

Рис. 4. Технологічна схема запропонованих гідротехнічних рішень з відновлення річки Тиннівська

Використовуючи програмний комплекс АВК-5 (3.5.4) укр., нами складено локальний та зведений кошториси проекту будівництва очисного вузла (розчистки русла, будівництво біоплато, підірної водопропускної гідроочисної споруди аераційного коридору тощо), який представлено. Загальна вартість робіт з відновлення гідроекологічного стану річки Тиннівська згідно зведеного кошторису складає 878,405 тис. грн.

#### **Висновки**

1. Екологічний стан поверхневих вод досліджуваної гідроекосистеми свідчить про її незадовільний екологічний стан, що особливо гостро проявляється на третій ділянці р. Тиннівська, де зафіксовані критичні рівні антропогенної трансформації. Аналіз гідрохімічних по-

казників якості води р. Тиннівська свідчить про те, що домінуючим і визначальним у формуванні якості води є блок трофо-сапробіологічних показників. Водночас його відхилення від екологічних нормативів передусім обумовлюють біогенні елементи азотної групи (азот амонійний, нітритний і нітратний) та фосфати.

2. На першій ділянці річки необхідно здійснити організаційно-господарські заходи щодо зменшення надходження забруднюючих речовин із дифузним стоком, а також гідротехнічні роботи з розчистки русла та берегокріплення річки.

3. На другій ділянці річки для очищення поверхневих вод річки від понаднормативного регіонального вмісту заліза загального, азоту нітритного, завислих речовин, фосфатів та міді пропонується облаштування біоплато по типу поверхневого потоку. Площа біоплато при глибині 1 м складає 57 м<sup>2</sup>.

4. На третій ділянці для осадження забруднюючих речовин рекомендується запроєктувати технологічний аераційний очисний коридор та каскадне біоплато у складі розподільчої площадки з макрофітами, біоплато з макрофітами, біоплато з зануреною рослинністю (водоростями) та водовідведення очищених вод у річку.

5. Загальна вартість гідротехнічних робіт з відновлення гідроекологічного стану річки Тиннівська складає 878,405 тис. грн.

1. Яцик А. В., Шмаков В. А. Гідроекологія. К. : Урожай, 1992. 193 с. 2. Клименко М. О., Вознюк Н. М. Екологічний стан української частини Євро регіону «Буг». Рівне : НУВГП, 2007. 203 с. 3. Клименко М. О., Гриб Й. В., Сондак В. В. Відновнагідроекологія порушених річкових та озерних систем : навч. посіб. Рівне : «Волинські береги», 1999. Т. 1. 347 с. 4. Сніжко С. І., Серода К. А. Характеристика стану досліджень та вмісту біогенних речовин у воді річок України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2001. Т. 2. С. 511–521. 5. Мольчак Я. О., Герасимчук З. В., Мисковець І. Я. Річки та їх басейни в умовах техногенезу. Луцьк : РВВ ЛДТУ, 2004. 336 с. 6. Мельник В. Й. Антропогенне навантаження і класифікація екологічного стану басейнів малих річок. *Екологія, економіка, ринок* : сб. наук. труд. Одесса, 1999. С. 82–86. 7. Мокляк В. І. Зузанский Н. Б. Основы определения влияния осушительных мелиораций на сток весенних полноводий методом численного эксперимента. *Преобразование водного баланса под влиянием хозяйственной деятельности*. Л. : Гидрометиздат, 1976. С. 49–52. 8. Водогрецкий В. Е. Антропогенное изменение стока малых рек. Л. : Гидрометиздат, 1990. 176 с. 9. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області. Рівне, 2017–2018. 280 с. 10. Мельник В. Й. Екологічна оцінка якості води річки Устя. *Качество воды и здоровье человека* : сб. науч. ст. Одесса, 1999. С. 34–38. 11. Клименко М. О., Гроховська Ю. Р. Гідрохімічна характеристика річки

Устя. Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук, праць. Рівне : НУВГП, 2006. Вип. 3 (35). С. 10–17. **12.** Бедункова О. О., Конончук В. О. Токсикологічна оцінка поверхневих вод на донних відкладів річки Устя методом біотестування. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія.* Тернопіль, 2016. Вип. 1 (65). С. 33–39. **13.** Клименко М. О., Статник І. І. Екологічна оцінка стану малих річок України. *Sagospodatowanie granicznego Bugu i qegozlewni w ramach zrownno woronegorozwoju gospodarczedo jako lement Programu Crysty Baltyk.* Naleczow, 2000. С. 23–29. **14.** Стецюк Л. М. Особливості міграції важких металів в річці Устя. Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук, праць. Рівне : НУВГП, 2009. Вип. 2 (46). С. 43–49. **15.** Підпірна водопропускна гідроочисна споруда із коробчастих габіонів : пат. України на корисну модель № 120371 / Кафтан О. Н., Харченко М. М., Надкирничний О. М., Шовкопляс В. П. URL: <http://www.promc.ru/zeolite/index.php?page=watertreatment>. (дата звернення: 08.07.2021).

#### REFERENCES:

1. Yatsyk A. V., Shmakov V. A. *Hidroekolohiia.* K. : Urozhai, 1992. 193 s.
2. Klymenko M. O., Vozniuk N. M. *Ekolohichni stan ukrainskoi chastyny Yevrorehionu «Buh».* Rivne : NUVHP, 2007. 203 s.
3. Klymenko M. O., Hryb Y. V., Sondak V. V. *Vidnovnahidroekolohiia porushenykh richkovykh ta ozernykh system : navch. posib.* Rivne : «Volynski oberehy», 1999. T. 1. 347 s.
4. Snizhko S. I., Sereda K. A. *Kharakterystyka stanu doslidzhen ta vmistu biohennykh rehovyn u vodi richok Ukrainy. Hidrolohiia, hidrokhiimia i hidroekolohiia.* 2001. T. 2. S. 511–521.
5. Molchak Ya. O., Herasymchuk Z. V., Myskovets I. Ya. *Richky ta yikh baseiny v umovakh tekhnohenezu.* Lutsk : RVV LDTU, 2004. 336 s.
6. Melnyk V. Y. *Antropohenne navantazhennia i klasyfikatsiia ekolohichnoho stanu baseiniv malykh richok. Ekologiya, ekonomika, ryinok : sb. nauk. trud.* Odessa, 1999. S. 82–86.
7. Moklyak V. I. *Zuzanskiy N. B. Osnovyi opredeleniya vliyaniya osushitelnyih melioratsiy na stok vesennih polnovodiy metodom chislenogo eksperimenta. Preobrazovanie vodnogo balansu pod vlianiem hozyaystvennoy deyatelnosti.* L. : Gidrometsoizdat, 1976. S. 49–52.
8. Vodogretskiy V. E. *Antropogennoe izmenenie stoka malyih rek.* L. : Gidrometioizdat, 1990. 176 s.
9. *Dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha v Rivnenskkii oblasti.* Rivne, 2017–2018. 280 s.
10. Melnyk V. Y. *Ekolohichna otsinka yakosti vody richky Ustia. Kachestvo vody i zdorove cheloveka : sb. nauch. st.* Odessa, 1999. S. 34–38.
11. Klymenko M. O., Hrokhovska Yu. R. *Hidrokhimichna kharakterystyka richky Ustia. Visnyk NUVHP. Silskohospodarski nauky : zb. nauk, prats.* Rivne : NUVHP, 2006. Vyp. 3 (35). S. 10–17.
12. Biedunkova O. O., Kononchuk V. O. *Toksykolohichna otsinka poverkhnevykh vod na donnykh vidkladiv richky Ustia metodom biotestuvannia. Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho univertsytetu im. V. Hnatiuka. Ser. Biolohiia.* Ternopil, 2016. Vyp. 1 (65). S. 33–39.
13. Klymenko M. O., Statnyk I. I.

Ekolohichna otsinka stanu malykh richok Ukrainy. *Sagospodatowanie granicznego Bugu i qegozlewni w ramach zrowno woronegorozwoju gospodarczedo jako lement Programu Crysty Baltyk*. Naleczow, 2000. S. 23–29. **14.** Stetsiuk L. M. Osoblyvosti mihratsii vazhkykh metaliv v richtsi Ustia. *Visnyk NUVHP. Silskohospodarski nauky* : zb. nauk, prats. Rivne : NUVHP, 2009. Vyp. 2(46). S. 43–49. **15.** Pidpirna vodopropuskna hidroochysna sporudu iz korobchastykh habioniv : pat. Ukrainy na korysnu model № 120371 / Kaftan O. N., Kharchenko M. M., Nadkyrnychnyi O. M., Shovkoplias V. P. URL: <http://www.promc.ru/zeolite/index.php?page=watertreatment>. (data zver-nennia: 08.07.2021).

---

**Statnyk I. I., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),**  
**Klymenko L. V., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.)** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

#### **TECHNOLOGIES FOR RESTORING THE QUALITY OF SURFACE WATERS OF THE SMALL RIVER TYNNIVSKA WITHIN THE TERRITORY OF RIVNE**

The article calculates the level of anthropogenic load on the Tynnivska river basin, which indicates that its landscape as a whole is characterized as unstable with a pronounced instability. A comprehensive assessment of the ecological status of the Tynnivska River Basin shows that under the influence of growing anthropogenesis and climate change the river basin has undergone significant changes, which has led to riverbed diversion, floodplain development, changes in river hydrology, reduced water flow and significant surface deterioration. Assessment of the quality of surface waters of the river according to le indicators showed that the most polluted is the third section of the river, where critical levels of pollution of the river hydro ecosystem are recorded. The quality of water along the entire length of the river in terms of nutrients varies from III to V class, in terms of anthropogenic load – from good status to the crisis of the aquatic ecosystem. In the first and second sections of the river the surface water quality belongs to the 3rd class – good condition, according to the level of anthropogenic load – ecosystem shaking, in the third section of the river the water quality belongs to the 5th class – system crisis. According to the level of anthropogenic load, the Tynnivska river basin should be divided into three sections. Hydrotechnical measures are recommended to be carried out within the areas that were identified based on engineering and environmental studies and



analysis of the level of anthropogenic load on the river basin, namely: in the first section – optimization and rational use of structural elements of the river basin, organizational – economic measures, clearing riverbeds, construction of bioplateau; in the second section – construction of a bioplateau according to the type of surface flow, construction of a supporting culvert from box gabions filled with zeolite; on the third section, it is recommended to visit a cascade of bioplateau at the warehouse of a rose site, a site for additional cleaning on the bioplateau because of the long-term growth.

**Keywords:** water quality; water ecosystem crisis; destruction of trophic links; anthropogenic nurturing; bioplateau; biogenic speech.

---

Статник И. И., к.с.-х.н., доцент, Клименко Л. В., к.с.-х.н., доцент  
(Национальный университет водного хозяйства и  
природопользования, г. Ровно)

#### **ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД МАЛОЙ РЕКИ ТЫННОВСКАЯ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА РОВНО**

В статье произведен расчет уровня антропогенной нагрузки на бассейн реки Тынновская, который свидетельствует о том, что его ландшафт в целом характеризуется как нестабильный с четко выраженной нестабильностью. Оценка качества поверхностных вод реки по показателям  $I_e$  свидетельствует о том, что наиболее загрязненными являются устьевые участки реки, где зафиксированы критические уровни загрязнения речной гидросистемы. Качество воды по всей длине реки изменяется с III до V класса, по уровню антропогенной нагрузки – от хорошего состояния до кризиса водной экосистемы. Гидротехнические мероприятия рекомендуется проводить в пределах участков, выделенных на основании проведенных инженерно-экологических исследований и анализа оценки уровня антропогенной нагрузки на бассейн реки.

**Ключевые слова:** качество воды; кризис водной экосистемы; нарушение трофических связей; антропогенная нагрузка; биоплато; биогенные вещества.

---