

Науково - технічний звіт

Комплексна оцінка
сучасного стану річки
Тяжилівка в місті
Вінниця.

Керівник роботи
ФОП

Юрій Голубев

Науковий керівник
к. геогр. н., доцент

Сергій Дубняк

Київ 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА І ГІДРОЛОГІЧНІ ВИШУКУВАННЯ.....	7
1.1 Кліматична характеристика.....	7
1.2 Загальна характеристика р.Тяжилівка та її басейну.....	12
1.3. Гідрологічні вишукування та розрахунки.....	20
2 ГІДРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА.....	29
2.1 Матеріали і методи гідрологічних досліджень.....	29
2.2 Гідроморфологічна оцінка.....	32
2.3 Морфометричні характеристики русла і витрати води.....	44
2.4 Гідрофізичні характеристики водних мас.....	46
2.5 Донні відклади.....	48
3 ГІДРОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА.....	52
3.1 Методи гідрохімічних досліджень.....	52
3.2 Гідрохімічний режим.....	55
4. ГІДРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА.....	63
4.1. Методи гідробіологічних досліджень.....	63
4.2 Прибережна рослинність, макрофіти, метафітон	64
4.3 Фітопланктон.....	69
4.4 Зоопланктон.....	74
4.5 Зообентос.....	75
4.6 Зооперифітон.....	81
5 ХРАКТЕРИСТИКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ ТА ҐРУНТУ БЕРЕГОВОЇ ЗОНИ ЗА МЕДИКО-САНІТАРНИМИ ПОКАЗНИКАМИ.....	83
5.1 Характеристика якості води за санітарно-хімічними показниками.....	84

5.2. Характеристика якості води за санітарно-мікробіологічними показниками.....	89
5.3. Характеристика якості ґрунту берегової зони за санітарно-хімічними показниками.....	91
5.4 Характеристика якості ґрунту прибережної зони за санітарно-паразитологічними показниками.....	94
6 БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА.....	96
6.1. Характеристика флори та рослинного покриву окремих ділянок р. Тяжилівка.....	96
6.2. Види з високою інвазійною спроможністю	101
ВИСНОВКИ.....	108
РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	117
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	120

ВСТУП

В зв'язку з посиленням антропогенного впливу на урбанізовані водні об'єкти виникає нагальна потреба в проведенні актуальних досліджень з метою пошуку шляхів оптимізації їх використання і поліпшення стану водних і прибережних екосистем. Одним з таких водних об'єктів є мала річка Тяжилівка в м. Вінниця – лівобережна притока Південного Бугу. Щільна міська забудова території водозбору в середній і нижній течії р. Тяжилівка, наявність великої кількості гаражів та інших споруд безпосередньо на її заплаві і в береговій зоні, скидання забруднених зливових і стічних вод, спрямлення, каналізування і засмічення русла річки – це ті чинники, які негативно впливають на її екосистему та якість води.

Мета роботи – зробити комплексну характеристику річки Тяжилівка, оцінити її стан та розробити попередні рекомендації щодо його поліпшення.

При підготовці звіту були використані результати окремих досліджень, які виконували: Інститут гідробіології Національної академії наук України («Гідроекологічна характеристика річки Тяжилівка в м. Вінниця»); Басейнове управління водних ресурсів річки Південний Буг («Виконання гідрологічних вишукувань та складання науково-технічного звіту для річки Тяжилівка»), Вінницький обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України, к.мед.н. Тарабарова Світлана Борисівна і к.мед.н. Тетеньова Ірина Олександрівна («Характеристика якості води річки Тяжилівка в межах м. Вінниця за медико-санітарними показниками»); д.біол.н. Коломійчук Віталій Петрович («Характеристика флори та рослинності окремих ділянок р. Тяжилівка»).

Натурні дослідження за різними напрямками (гідрологічні вишукування, гідроекологічні, санітарно-гігієнічні та геоботанічні дослідження) виконували протягом весняного і літнього періодів 2025 р.

За результатами гідрологічних вишукувань і розрахунків зроблено загальну характеристику річки Тяжилівка по всій її довжині, визначено розрахункові характеристики стоку, встановлено зв'язок між рівнями і витратами

води, визначено витрати води на різних створах річки та її притоки. Крім того, було підготовлено кліматичну характеристику району досліджень.

Еколого-гідрологічні дослідження включали гідроморфологічне обстеження ділянки річки, вимірювання глибин, швидкості течії, температури води, прозорості і кольору води, відбір проб води і донних відкладів. В лабораторних умовах визначали: вміст завислих у воді речовин; органічну складову у їх складі та у донних відкладах; водно-фізичні властивості донних відкладів. За результатами проведених натурних досліджень і розрахунків було зроблено гідроморфологічну оцінку ділянки річки, визначено витрати води, гідрофізичні характеристики водних мас та основні водно-фізичні властивості донних відкладів.

Гідрохімічні дослідження виконували на основі проб води і донних відкладів, відібраних на обраних станціях спостережень. В пробах води та в поровій воді донних відкладів визначали: вміст головних іонів і загальну мінералізацію, величину рН, вміст розчиненого кисню та ступінь його насичення, кольоровість води, загальну твердість, хімічне споживання кисню, азот амонійний, нітритний і нітратний, неорганічний азот і фосфор, органічні речовини, розчинні алюміній, ферум, манган, вміст нафтопродуктів. В донних відкладах визначали вміст органічних речовин, важких металів і алюмінію. Отримані гідрохімічні показники порівнювалися з фоновими показниками та існуючими нормативами якості води і оцінювали згідно «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями».

Гідробіологічні дослідження були спрямовані на оцінку основних біологічних компонентів екосистеми річки. Видовий склад і поширення прибережної і вищої водної рослинності та макроводоростей оцінювали шляхом візуальних обстежень. Для визначення характеристик фітопланктону, зоопланктону, зообентосу, зооперифітону та метафітону були відібрані проби біологічних матеріалів з подальшою їх обробкою в лабораторних умовах. За результатами цих досліджень для відповідних біологічних компонентів було встановлено їх видовий склад, чисельність та біомасу. На основі «Методики

екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» було виконано класифікацію річки за трофо-сапробіологічними критеріями (показниками біомаси, чисельності, індексами сапробності). Ступінь евтрофування річки також характеризувався за поширенням певних видів рослинності та за інтегральними показниками. Отримані результати гідробіологічних досліджень були проаналізовані з точки зору індикації несприятливих для сталого функціонування водної екосистеми процесів (зовнішнє і внутрішнє забруднення, засмічення русла, антропогенна евтрофікація).

Санітарно-гігієнічні дослідження були виконані на основі аналізу відібраних проб води і прибережних ґрунтів. Вони включали характеристику якості води за санітарно-хімічними та санітарно-мікробіологічними показниками і характеристику якості ґрунту берегової зони за санітарно-хімічними та санітарно-паразитологічними показниками.

Ботанічні дослідження були спрямовані на встановлення видів рослин, поширених на берегах і заплаві річки, та особливостей їх просторового розподілу. Окрема увага була приділена адвентивним та інвазійним видам.

За результатами комплексних досліджень запропоновано попередні рекомендації щодо поліпшення стану екосистеми, якості води і санітарно-гігієнічних умов річки, відновлення русла і заплави та природної рослинності, обмеження господарської діяльності, спеціальних заходів з очистки зливових і стічних вод.

1 КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА І ГІДРОЛОГІЧНІ ВИШУКУВАННЯ

Кліматична характеристика і гідрологічні вишукування виконані Басейновим управлінням водних ресурсів річки Південний Буг в рамках роботи «Виконання гідрологічних вишукувань та складання науково-технічного звіту для річки Тяжилівка» на підставі договору № 03/24 від 24.02.2025 р.

Вихідними даними для дослідження гідрометеорологічних умов об'єкту прийнято: фондові, нормативні та методологічні матеріали з обстежень та розрахунків гідрологічних характеристик; топографічні карти М 1:10000 та матеріали топогеодезичних робіт; матеріали гідрометеорологічних спостережень минулих років. Гідрологічні вишукування та розрахунки виконані для р.Тяжилівка, інша (історична) назва – р.Тяжилів (Масенко, 1979). Заміри витрат води проводились також на її правій притоці р.Малий Тяжилів.

Об'єкт досліджень – річка Тяжилівка згідно ст.79 Водного Кодексу України (ВКУ) є малою річкою. Ширина прибережних захисних смуг (ПЗС) для малих річок становить 25 м від урізу води в меженний період (ст.88 ВКУ). Будівництво будь-яких споруд, крім гідрометричних, гідротехнічних та лінійних, в ПЗС забороняється (ст.89 ВКУ). Об'єкти, що знаходяться в ПЗС можуть експлуатуватися, якщо при цьому не порушується режим її використання. Непридатні для експлуатації споруди, а також ті, що не відповідають встановленим режимам господарювання, підлягають винесенню з прибережних захисних смуг.

1.1 Кліматична характеристика

Кліматична характеристика складена за даними спостережень метеорологічної станції Вінниця (Агрокліматичний довідник, 2011; Півошенко, 1997).

Клімат території м. Вінниця помірно-континентальний. Основні його характеристики наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Основні кліматичні характеристики м. Вінниця

Кліматична характеристика	Показник
Кліматичний район (ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010)	I
Середня річна температура повітря	7,6 °С
Середня місячна температура повітря січня	-3,9 °С
Середня місячна температура липня	19,4 °С
Абсолютний максимум температури повітря	38,0 °С
Абсолютний мінімум температури повітря	-36,0 °С
Середня річна кількість опадів	594 мм
Середня річна відносна вологість повітря	78 %
Середня річна швидкість вітру	3,3 м/с
Сніговий район (ДБН В.1.2-2:2006)	4
Вітровий район (ДБН В.1.2-2:2006)	3
Ожеледний район (ДБН В.1.2-2:2006)	3
Вітровий район при ожеледі (ДБН В.1.2-2:2006)	3
Температура повітря найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92 на м/ст. Вінниця (ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010)	-21 °С

Середні місячні, максимальні і мінімальні температури повітря, середні місячні температури ґрунту протягом теплого періоду року, середня місячна кількість опадів і добовий їх максимум, за даними метеостанції Вінниця наведені в таблицях 1.2 - 1.4.

Таблиця 1.2. Характеристики температури повітря (°С)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня місячна і річна температура повітря												
-3,9	-2,9	1,1	8,3	14,2	17,2	19,4	18,4	13,1	7,5	1,4	-3,4	7,6
Абсолютний максимум температури повітря і рік, коли він був зафіксований												
12	17	22	30	32	35	38	37	31	29	25	12	38
1984	1990	1974	1926	1950	1963	1936	1946	1946	1942	1926	1960	1936
Абсолютний мінімум температури повітря і рік, коли він був зафіксований												
-34	-36	-24	-13	-5	3	2	2	-5	-11	-25	-28	-36
1940	1911	1944	1944	1915	1956	1908	1966	1977	1947	1940	1969	1911

Таблиця 1.3. Середня місячна температура ґрунту (°С) на різній глибині за колінчатими термометрами, метеостанція Вінниця

IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Глибина 5 см</i>						
12,0	16,7	20,7	22,6	21,0	14,8	8,7
<i>Глибина 10 см</i>						
11,0	15,7	20,0	22,0	21,0	14,7	9,3
<i>Глибина 15 см</i>						
11,0	15,3	19,3	21,3	20,6	14,6	9,3
<i>Глибина 20 см</i>						
10,0	14,7	18,6	21,0	20	14,6	9,6

Таблиця 1.4. Середня місячна і річна кількість та добовий максимум опадів, мм

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
<i>Середня місячна і річна кількість опадів</i>												
27	26	30	43	48	88	85	79	66	32	37	33	594
<i>Добовий максимум опадів і рік, коли він був зафіксований</i>												
17	24	29	46	53	55	91	83	63	69	31	29	91
1966	1965	1966	1972	1961	1971	1982	1989	1989	1946	1960	1964	1982

Територія вишукувань, згідно ДБН В.1.2-2:2006, відноситься до снігового району 4. Найбільш рання дата появи снігового покриву – 10 жовтня, а найбільш пізня дата його сходження – 28 квітня. Дані про число днів зі сніговим покривом наведені в таблиці 1.5. Найбільша висота снігового покриву становила 64 см (зимовий період 1979-80 рр.).

Таблиця 1.5. Число днів із сніговим покривом за зиму

Середнє	Найменше	Зимовий період	Найбільше	Зимовий період
85	36	1982-83	118	1979-80

Розподіл вологості по місяцях наведено таблиці 1.6.

Таблиця 1.6. Середня місячна і річна відносна вологість повітря (%)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
86	85	81	70	68	71	73	74	76	81	87	88	78

Територія вишукувань, згідно ДБН В.1.2-2:2006, відноситься до вітрового району 3. Характеристики вітру наведені в таблицях 1.7, 1.8 і на рис. 1.1.

Таблиця 1.7. Середня місячна і річна швидкість вітру (м/с)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
3,7	3,9	3,8	3,7	3,7	3,0	2,7	2,6	2,7	3,1	3,7	3,7	3,3

Таблиця 1.8. Повторюваність напрямку вітру і штилів (%)

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
Січень	10	6	10	14	15	12	23	10	8
Липень	17	6	8	6	10	8	22	23	17
Рік	12	6	11	12	15	10	20	14	13

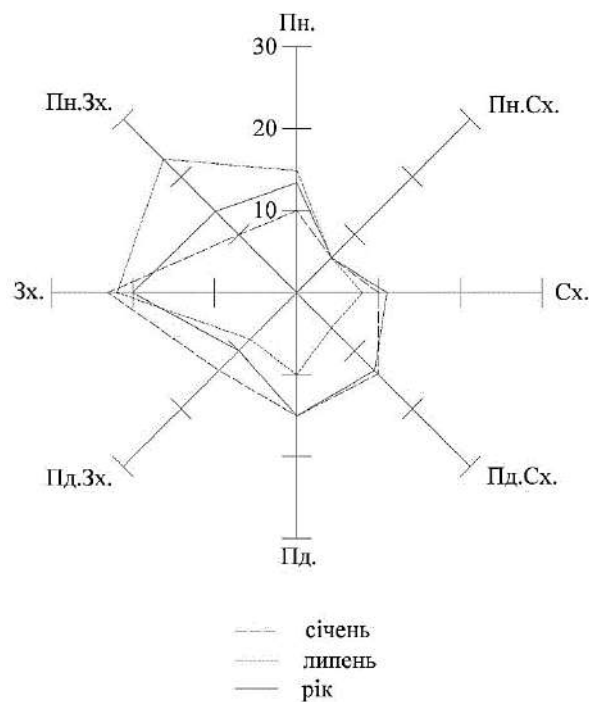


Рис. 1.1. Роза вітрів на метеостанції Вінниця.

Характеристики атмосферних явищ за даними метеостанції Вінниця наведені в таблиці 1.9.

Таблиця 1.9. Атмосферні явища (кількість днів, рік)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Туман													
середнє	7,6	6,8	6,4	2,6	1,4	1,5	1,2	1,7	2,7	5,8	8,5	10,6	56,8
найбільше	19	17	15	8	4	8	5	5	7	17	17	23	81
рік	1971	1987	1979	1964	1948	1988	1948	1968	1988	1960	1946	1952	1987
Гроза													
середнє			0,2	1,3	4,3	6,0	5,8	4,7	1,4	0,3	0,1		24,1
найбільше			2	4	11	13	18	11	6	2	1		47
рік			1983	1965	1989	1956	1988	1958	1984	1952	1960		1955
Град													
			0,4	0,1	0,4	0,4	0,2	0,1	0,4	0,01			1,3

Територія вишукувань, згідно ДБН В.1.2-2:2006, відноситься до ожеледного району 3. Дані про явища ожеледі та паморозі за візуальними спостереженнями на метеостанції Вінниця наведено в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10. Явища ожеледі та паморозі (кількість днів, рік)

	X	XI	XII	I	II	III	IV	Рік
Кількість днів з ожеледдю								
середнє	0,2	1,5	3,6	3,2	2,5	0,9	0,1	12,0
Кількість днів з памороззю								
середнє	0,1	0,8	3,9	5,6	2,9	1,2		14,5
найбільше	2	4	12	13	11	9		27
рік	1949	1965	1966	1987	1976	1969		1987

1.2 Загальна характеристика р.Тяжилівка та її басейну

Басейн р.Тяжилівка розташований в центральній частині Волино-Подільської височини. Вододіл межує з басейнами річок Вербижівка (на півночі), Хомутня (на сході), та Вінничка (на півдні) (рис.1.2). Рельєф басейну відносно рівнинний з відмітками висот 275-295 м у верхній частині, 250-270 м в середній, 235-250 м в нижній. Ліс в басейні річки практично відсутній.

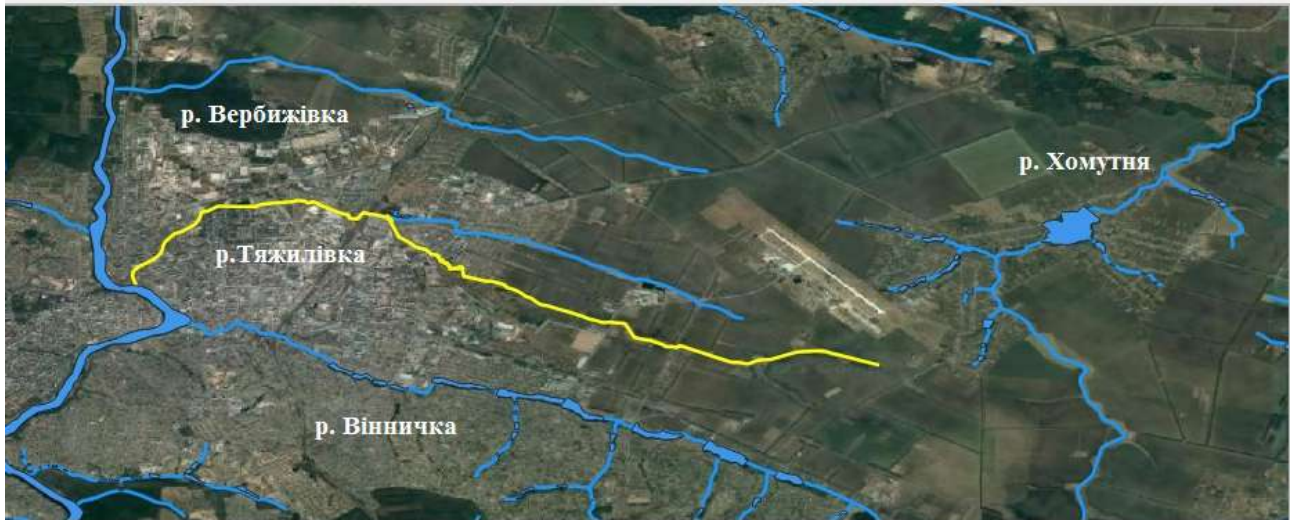


Рис. 1.2. Гідрографічна мережа річки Тяжилівка та сусідніх річок

Річка Тяжилівка (Тяжилів) – ліва притока річки Південний Буг (РБР Південний Буг). Площа водозбірного басейну 38 км², довжина річки – 14 км, середній похил – 3,5 ‰. Близько половини водозбірної площі припадає на територію міста Вінниці.

Згідно статті 79 Водного кодексу України за розміром водозбірної площі басейну річка Тяжилівка належить до малих річок.

Тяжилівка бере початок за східною межею міста Вінниця, протікає у північно-західному напрямку у верхній течії, у західному напрямку в середній, поблизу вул. Гонти. У нижній течії русло пролягає у південно-західному та південному напрямках і впадає у річку Південний Буг на 581 км (в межах Сабарівського водосховища). Відмітка витоку – 283,0 м БС, відмітка гирла – 233,5 м БС.

У верхній течії р. Тяжилівка та її притоки є частиною державної міжгосподарської осушувальної системи «Тяжилівська» (меліоративні канали 1-ГД, 2-ГД, 2-ГД-1). Загальна площа осушувальних земель – 986 га. Рік Введена в експлуатацію у 1983 р. Протяжність каналів – 39 км.

Витоком р. Тяжилівка (координати: 49.223501, 28.624557) слугує меліоративний канал – гончарний дренаж (2-ГД) відкритого типу, трапецієвидної форми, ширина по дну 1,5 м. На момент обстеження русло було замулене, задерноване, шар води у руслі місцями 3-5 см.



Фото 1-2. Витік річки Тяжилівка.

Орієнтовно на відстані 2 км від витоку в р. Тяжилівка впадає ліва притока (меліоративний канал 2ГД-1), на відстані приблизно 8,5 км – права притока (р. Малий Тяжилів), частина якої слугує меліоративним каналом 1-ГД.



Фото 3-4. Меліоративний канал 1-ГД (річка Малий Тяжилів).



Фото 5-6. Меліоративний канал 2ГД-1 (ліва притока р.Тяжилівка).

Річка Тяжилівка у верхній течії характеризується спрямленим руслом, частково замуленим, яке пролягає через сільськогосподарські угіддя, орні землі та поблизу приватних городів. Береги похилі, низькі, задерновані.

В районі мікрорайону Тяжилів поблизу Храму Святого Великомученика Пантелеймона УПЦ по вул. Левка Лук'яненка на річці Тяжилівка розташований русловий ставок, площею близько 3 га (місцева назва – озеро Тяжилівське).



Фото 7-8. Русловий ставок на території мікрорайону Тяжилів.

Нижче греблі ставка та вул. Л. Лук'яненка русло слабо звивисте, дно піщано-мулисте, місцями – кам'янисте, береги похилі, низькі. Ширина річки 1-1,5 м, глибина 0,10-0,15 м, швидкість течії 0,4 м/с. Заплава на даній території слабо виражена через міську забудову. В межах приватної забудови вздовж вул. Л. Лук'яненка річка протікає в лотку, русло місцями закрите бетонними плитами

або опиняється на території приватних домоволодінь. В районі вул. Гната Мороза за 300 м до залізничного насипу у річку Тяжилівку впадає її найбільша притока – р. Малий Тяжилів. Загальна її довжина близько 6 км.

На території ПрАТ «Вінницяпобутхім» русло річки частково сховане у труби. За межами виробничого підприємства річка протікає у відкритому руслі вздовж приватних домоволодінь і городів поблизу провулка Гайдамацького в районі мікрорайону Хутір Шевченка. На даній ділянці русло шириною 1-2 м, мулисте, на дні велика кількість решток рослин і городини, вода характеризується зниженою прозорістю. Заплава вкрита чагарниковою рослинністю. По обох берегах і на заплаві фіксується велика кількість побутового та органічного сміття.



Фото 9. Річка Тяжилівка в районі мікрорайону Хутір Шевченка.

До ділянки русла від вул. Батозької до вул. Можайського обмежений доступ, оскільки вона розташована між парканами гаражних кооперативів, промислових підприємств та військових частин. Доступні до огляду ділянки характеризуються густим чагарниковим покривом, деревами. По обох берегах та в руслі наявна велика кількість сміття – побутового, будівельного, а також автомобільних шин. Від гаражних кооперативів наявні виводи зливових вод у вигляді бетонних лотків, а також зафіксовано факти самовільного відведення стічних вод з окремих гаражів.



Фото 10-11. Річка Тяжилівка поблизу автомобільного переїзду по вул. Батозька.

Неподалік русла річки (50-200 м) спостерігаються площинні водні об'єкти – «копанки», різної площі, у кількості не менше 5 шт., які є безстічними і не мають зв'язку із річкою. Для води в таких водоймах характерні застійні явища, забруднення побутовими сміттям.

Поблизу Муніципального притулку для тварин та гаражного кооперативу по вул. Гонти у річку Тяжилівка з пластикової труби, діаметром 0,8 м, впадає права притока (згідно «Звіту по визначенню гідрологічних характеристик водних об'єктів (річок, струмків, джерел) на території м. Вінниця», 2023 – річка №38), яка перебуває частково у бетонному лотку (ділянки обабіч вул. Гонти), частково у трубі (під ГБК до місця впадіння).



Фото 12-13 Русло річки Тяжилівка поблизу ГБК.

Поблизу вул. Остапа Вишні річка протікає характерним для ділянок вище за течією міським ландшафтом, для якого притаманна як одноповерхова забудова, комплекс гаражів, так і 9-ти та 16-ти поверхові будинки. Біля будинків,

розташованих по вул. О. Вишні, 25 та вул. Стрілецькій, 1 перед входом у колектор (2 труби, діаметром 150 см) на заплаві річки розташований спортивний майданчик, за 20-30 м від русла знаходяться ще один спортивний і дитячий майданчики та прибудинкова територія прилеглих багатоповерхових будинків. Ширина русла на даному відрізку 1,5-2,0 м, середня глибина близько 12 см, дно кам'янисте, береги невисокі. Поблизу колектора зафіксовано бетонний лоток для відводу дощових вод у річку.



Фото 14-15. Русло річки поблизу вул. О. Вишні, буд.3.

На відрізку від входу у колектор поблизу 16-поверхового будинку за адресою Стрілецька, 1, під вул. Київська, ЖК «Набережний Квартал» річка протікає під землею у трубах.



Фото 16-17 Вхід і вихід річки з підземного колектора.

У нижній течії від автомобільної дороги по вул. Чорновола р. Тяжилівка протікає у відкритому руслі територією півострова "Бригантина". Колись доволі широка лівобережна заплава відмежована берегозахисною укiсною спорудою, яка складається з залізобетонних плит. Відстань від русла річки до дамби варіює від 1-2 м поблизу мосту до близько 20 м у пригирловій частині. Відстань від русла до першої надзаплавної тераси з правого берега в середньому 10 м. Береги низькі, вкриті вологолюбною рослинністю. Значне поширення має кропива дводомна та дикий виноград. Великої шкоди завдає поширення інвазивного виду рослин – борщівника Сосновського.



Фото 18-19. Фрагменти укріплених берегів річки.

Раніше береги річки Тяжилівка були укріплені бетонними плитами. Наразі русло значно замулене, фрагменти бетонних плит іноді зустрічаються у руслі, створюючи перекати, та на заплаві. Ширина русла від 1,6-2,0 м поблизу мосту до 4-6 м у пригирловій ділянці. Швидкість течії за 150 м до гирла орієнтовно становить 0,2 м/с. Середня глибина – 20 см.

По правому березу зафіксовано вивід зливової каналізації від вулиці Чорновола у річку Тяжилівка.

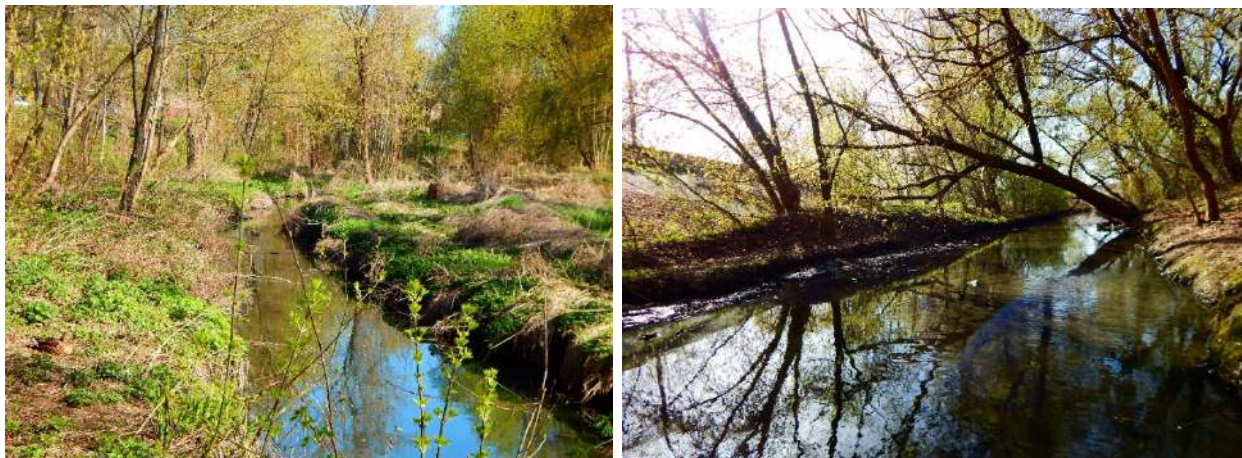


Фото 20-21. Русло річки у нижній течії.

Гирло характеризується невеликою шириною русла (до 2 м) та відсутністю течії через підпір Сабарівського водосховища.



Фото 22-23. Гирло річки Тяжилівка.

Річка Тяжилівка відноситься до Дністерсько-Бузького гідрологічного району (Горбачова, 2015). Живлення річки змішане, переважає снігове. Роль підземних вод незначна, що особливо відчувається в посушливі роки. Річний хід рівня води характеризується підйомами під час весняної повені, декількома дощовими паводками у літньо-осінній період, низькою меженню та невисокими підйомами рівнів зимою під час відлиги. Замерзання річки починається в середині грудня, льодостав встановлюється наприкінці грудня – початку січня. Середня товщина льоду – 5-10 см, на ставках до 30 см. Льодостав не стійкий і в останні роки спостерігається менше, ніж у 50% зим.

1.3. Гідрологічні вишукування та розрахунки

Водозбірний басейн р. Тяжилівка представлений на карті масштабу 1:50000 (рис. 1.3).

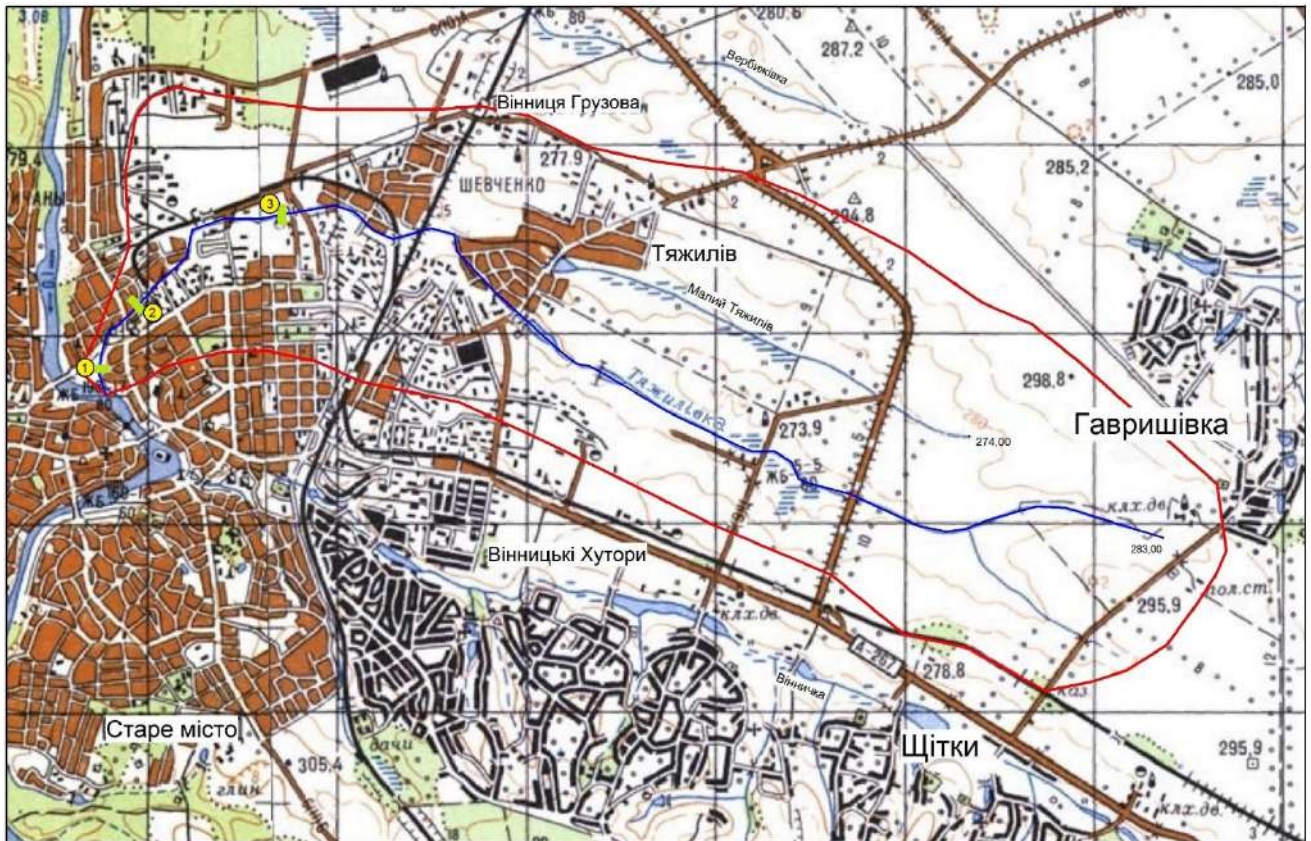


Рис. 1.3. Водозбірний басейн р. Тяжилівка (червона лінія).

Гідрологічні вишукування і розрахунки виконувались для трьох створів р. Тяжилівка:

- створ №1 – за 100 м від гирла річки (фото 24), проводились виміри витрат води, розрахунки річного та мінімального стоку;
- створ №2 – проектний створ перед входом в колектор по вул. Остапа Вишні (фото 25), проводились виміри витрат води, розрахунки максимальних витрат води, геодезичні вимірювання, гідравлічні розрахунки;
- створ №3 – біля а/д мосту по вул. Батозькій (фото 26), проводились виміри витрат води.

Також виміри витрат води виконувались ще в трьох створах річки Тяжилівка та трьох створах її притоки р. Малий Тяжилів.



Фото 24-26. Створи гідрологічних вишукувань: №1 (зверху, ліворуч), №2 (зверху, праворуч), №3 (знизу).

Визначення параметрів річного стоку. Гідрологічні спостереження за стоком води р.Тяжилівка не проводилися. Розрахунок річного стоку виконаний згідно рекомендацій (СНиП 2.01.14-83, 1983; Пособие, 1984; Яцик, 2004).

Середньорічні витрата води і об'єм стоку визначаються за формулами (Пособие, 1984):

$$Q_0 = \mu_0 \cdot F \cdot 10^{-3},$$
$$W_0 = Q_0 \cdot 31,54 \cdot 10^6,$$

де μ_0 – середньорічний модуль стоку; F – площа водозбору.

Для переходу від середніх значень до витрат і об'ємів стоку певної забезпеченості визначаються коефіцієнт варіації (C_v) і коефіцієнт мінливості (C_s), за якими встановлюються перехідні модульні коефіцієнти $K\%$.

Згідно (СНиП 2.01.14-83, 1983; Пособие, 1984) для р. Тяжилівка $\mu_0 = 2,7$ л/с км^2 , $F = 38 \text{ км}^2$, $C_v = 0,45$, $C_s = 2 C_v$, $K_{25\%} = 1,254$, $K_{50\%} = 0,953$, $K_{75\%} = 0,615$, $K_{95\%} = 0,395$. Отже: $Q_0 = 2,7 \cdot 38 \cdot 10^{-3} = 0,10 \text{ м}^3/\text{с}$; $W_0 = 0,10 \cdot 31,54 \cdot 10^6 = 3154 \text{ тис.м}^3$.

$$Q_{25\%} = 0,125 \text{ м}^3/\text{с} \quad W_{25\%} = 3955 \text{ тис.м}^3$$

$$Q_{50\%} = 0,095 \text{ м}^3/\text{с} \quad W_{50\%} = 3006 \text{ тис.м}^3$$

$$Q_{75\%} = 0,061 \text{ м}^3/\text{с} \quad W_{75\%} = 1940 \text{ тис.м}^3$$

$$Q_{95\%} = 0,040 \text{ м}^3/\text{с} \quad W_{95\%} = 1246 \text{ тис.м}^3$$

Розрахунок внутрішньорічного розподілу стоку. Особливості внутрішньорічного розподілу стоку води залежать від чинників підстильної поверхні, а саме від розміру і форми водозбору річки, гідрогеологічних умов, озерності, заболоченості, лісистості та багатьох інших чинників. Антропогенний вплив порушує внутрішньорічний розподіл стоку води річок, що, в свою чергу, значно ускладнює його розрахунки.

Згідно сучасного районування України за типами внутрішньорічного розподілу стоку басейн р. Тяжилівка відноситься до Дністровсько-Бузького гідрологічного району (IV на рис. 1.4).

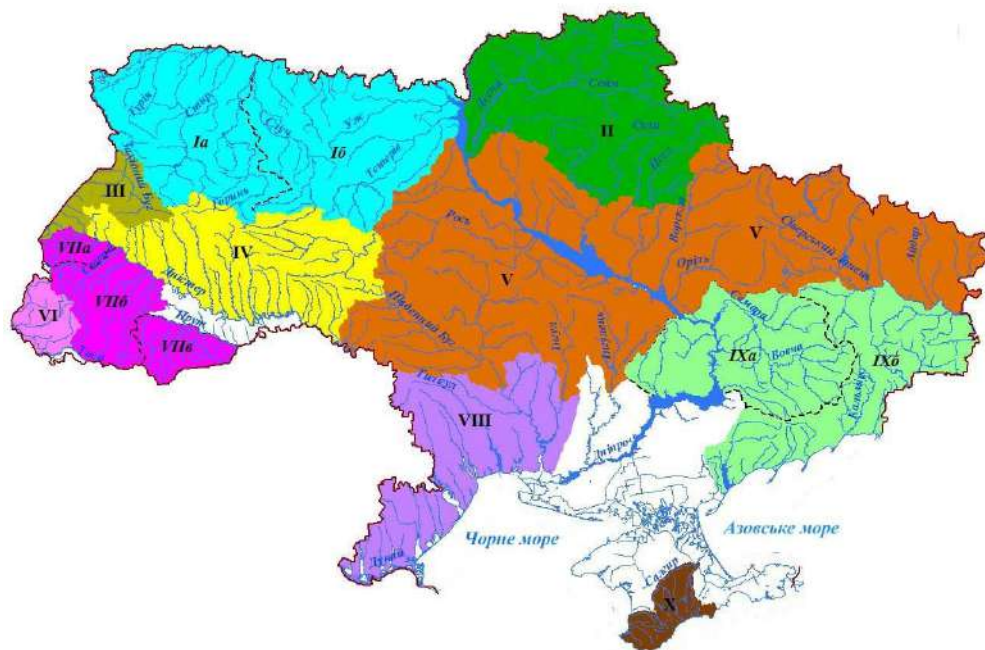


Рис. 1.4. Районування річкових водозборів України за типами внутрішньорічного розподілу стоку води.

Внутрішньорічний розподіл стоку р.Тяжилівка для багаторічного (25%), середнього (50%) , маловодного (75%) та дуже маловодного (95%) років, визначений по аналогії з багаторічними даними спостережень на р. Соб – г/п Зозів (Горбачова, 2015), наведено в таблиці 1.11.

Таблиця 1.11. Внутрішньорічний розподіл стоку р. Тяжилівка

Р, %	Одиниці вимірювання	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
25	%	5,8	7,1	28,7	9,2	6,8	4,1	6,5	5,1	4,9	6,8	6,9	8,1	100
	м ³ /с	0,09	0,11	0,43	0,14	0,10	0,06	0,10	0,08	0,07	0,10	0,11	0,12	0,12
	тис. м ³	229	281	1135	364	269	162	257	202	194	269	273	320	3955
50	%	6,8	9,0	25,1	12,8	6,0	7,7	4,7	3,9	4,3	6,3	5,2	8,2	100
	м ³ /с	0,08	0,10	0,29	0,15	0,07	0,09	0,05	0,04	0,05	0,07	0,06	0,09	0,09
	тис. м ³	205	271	755	385	181	231	141	117	129	189	156	246	3006
75	%	9,1	13,0	25,0	15,7	3,3	5,4	3,7	2,2	3,7	6,2	4,8	7,9	100
	м ³ /с	0,07	0,10	0,18	0,11	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,06	0,06
	тис. м ³	177	252	485	304	64	105	72	43	72	120	93	153	1940
95	%	5,2	15,8	26,5	19,7	5,4	3,4	1,8	1,2	1,7	3,3	7,2	8,8	100
	м ³ /с	0,02	0,08	0,13	0,09	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04	0,04
	тис. м ³	65	197	330	246	67	42	22	15	21	41	90	110	1246

Мінімальний стік. Для визначення мінімальних середньомісячних витрат води 95% забезпеченості р.Тяжилівка в створі №1 використані результати розрахунків внутрішньорічного розподілу стоку (табл.1.11) з урахуванням результатів польових обстежень.

Мінімальні середньомісячні витрати води 95 %-ї забезпеченості в гирлі р.Тяжилівка (створ №1) становлять: 0,006 м³/с в літньо-осінній період і 0,0025 м³/с в зимовий період. Таким чином екологічна витрата води р.Тяжилівка складає 0,006 м³/с (15 тис. м³/місяць).

Розрахунок максимальних витрат води весняної повені в створі №2.

Розрахунок проводили за формулою (СНиП 2.01.14-83, 1983):

$$Q_p = \frac{k_p \cdot h_p \cdot \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \delta_3 \cdot F}{F + b \cdot n}$$

де $k = 0,012$ – коефіцієнт, що характеризує дружність весняної повені; $\delta = 0,96$ – коефіцієнт, що враховує заболоченість басейну; $\delta = \delta_1 = \delta_3 = 1,0$ – коефіцієнти, які враховують ставки, озера та агротехнічні заходи на водозборі; μ – перехідний коефіцієнт до іншої забезпеченості, $\mu_{1\%} = 1,0$, $\mu_{3\%} = 0,94$, $\mu_{5\%} = 0,87$, $\mu_{10\%} = 0,80$, $\mu_{25\%} = 0,69$, $h_0 = 45$ мм – середній багаторічний шар стоку повені; $k' = 0,18$ ($I_b + 1$)^{0,45} = $0,18$ ($26 + 1$)^{0,45} = $0,77$ – поправочний коефіцієнт; $h_p = 45 \times 0,77 = 34$ мм (Яцик, 2004); $F = 37$ км² – площа водозбору в розрахунковому створі №2; $b = 2$ – додаткова водозбірна площа; $n = 0,25$ – показник ступеня редукції (Пособие, 1984).

Для переходу до максимальних витрат іншої забезпеченості: $C_v = 0,75$; $C_s = 2,0 C_v$; $K_{1\%} = 3,50$, $K_{3\%} = 2,80$, $K_{5\%} = 2,463$, $K_{10\%} = 2,00$, $K_{25\%} = 1,356$. Підставивши ці значення у формулу, отримуємо:

$$Q_{..} = \frac{\dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots}{\dots + \dots} = \dots \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{..} = \frac{\dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots}{\dots + \dots} = \dots \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{..} = \frac{\dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots}{\dots + \dots} = \dots \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{...} = \frac{\dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots}{\dots + \dots} = \dots \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{...} = \frac{\dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots}{\dots + \dots} = \dots \text{ м}^3/\text{с}.$$

Розрахунок максимальних витрат води дощових паводків в створі №2.

Розрахунок проведено за формулою граничної інтенсивності стоку (Пособие, 1984):

$$Q_p = A_{1\%} \varphi H_{1\%} \lambda_p \delta F,$$

де $A_{1\%} = 0,020$ – максимальний модуль стоку забезпеченістю 1%; $H_{1\%} = 120$ мм – добовий максимум опадів 1 %-ї забезпеченості; φ – збірний коефіцієнт стоку; $\delta = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує зниження максимальних витрат

проточними озерами; $\lambda_{p1\%}=1,0$; $\lambda_{p3\%}=0,63$; $\lambda_{p5\%}=0,50$; $\lambda_{p10\%}=0,32$; $\lambda_{p25\%}=0,19$ – перехідні коефіцієнти до іншої забезпеченості;); $F = 37 \text{ км}^2$ – площа водозбору в розрахунковому створі №2.

$$Q = \frac{C \cdot \varphi}{F + \dots} \times \frac{I_{\text{ср}} \cdot n}{\dots} = \dots \times \dots = \dots$$

Підставляємо параметри у формулу:

$$Q_{\dots} = \dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots \times \dots = \dots \text{ м}^3 \cdot \text{с}$$

$$Q_{\dots} = \dots \times \dots = \dots \text{ м}^3 \cdot \text{с}$$

$$Q_{\dots} = \dots \times \dots = \dots \text{ м}^3 \cdot \text{с}$$

$$Q_{\dots} = \dots \times \dots = \dots \text{ м}^3 \cdot \text{с}$$

$$Q_{\dots} = \dots \times \dots = \dots \text{ м}^3 \cdot \text{с}$$

Геодезичні та гідрологічні роботи на р.Тяжилівка, гідравлічні розрахунки в створі №2. Для розрахункового створу №2 виконані геодезичні вимірювання поперечного та повздовжнього профілів р.Тяжилівка (фото 27).

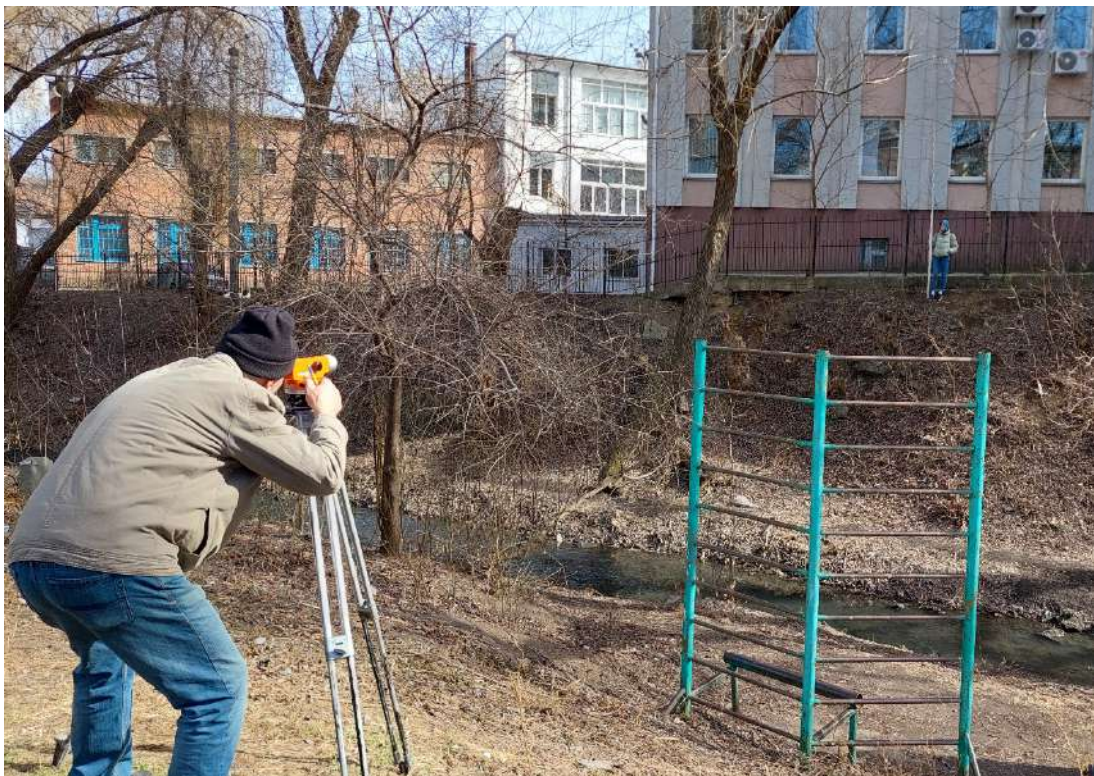


Фото 27. Геодезичні вимірювання на створі №2 р. Тяжилівка

Прив'язка відміток поперечного профілю до балтійської системи висот (БС) проведена за результатами топографічної зйомки ділянки річки наданої замовником (рис. 1.5). Поздовжній профіль наводиться за результатами нівелювання урізів води р.Тяжилівка (рис. 1.6).

Масштаб по горизонталі 1:100
Масштаб по вертикалі 1:100

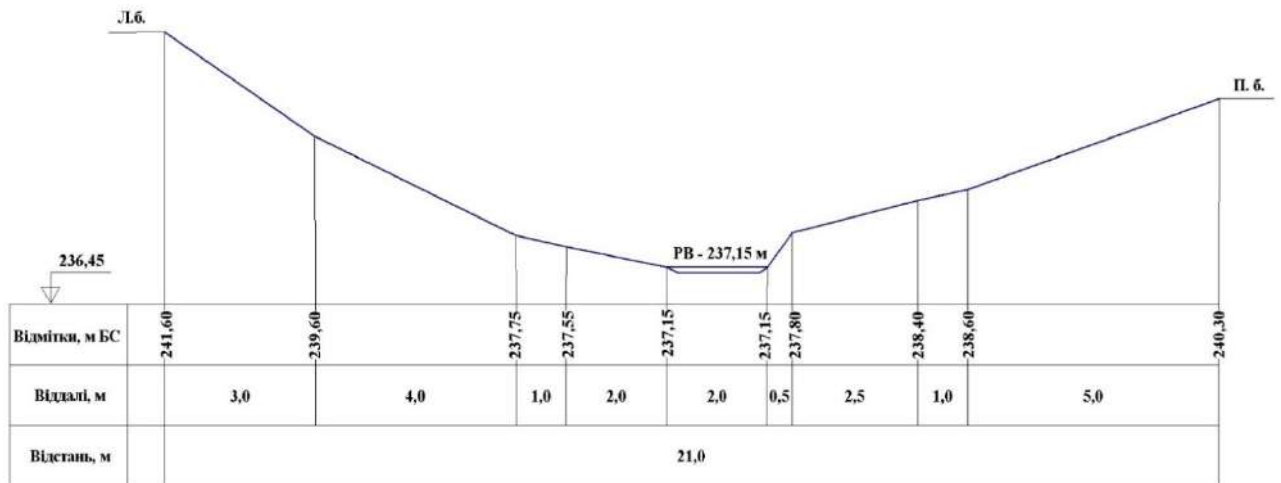
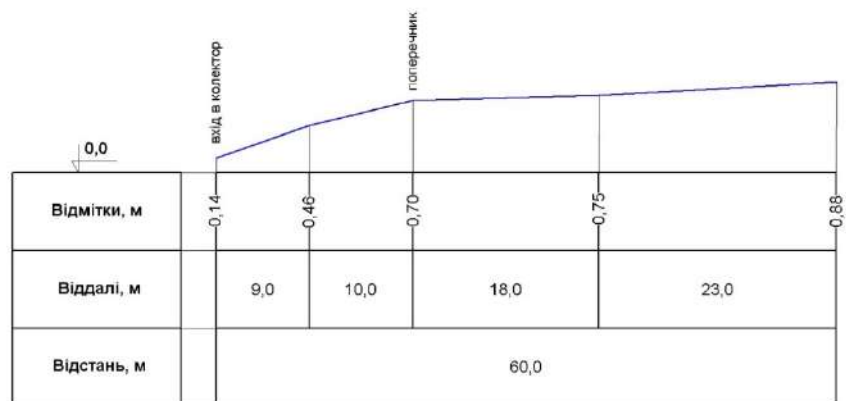


Рис. 1.5. Поперечний профіль р. Тяжилівка в створі №2

Масштаб по горизонталі: 1:500
Масштаб по вертикалі: 1:50



Примітка: за відмітку 0,0 м взято поріг правої труби на вході в колектор

Рис. 1.6. Поздовжній профіль р. Тяжилівка на ділянці створу №2

Виконані гідравлічні розрахунки пропускної спроможності р.Тяжилівка наведені в таблиці 1.12, крива витрат води $Q=f(H)$ в створі №2 – на рис. 1.7. Розрахункові формули: $Q = S \times V$; $V = A\sqrt{I}$; $I = 0,0082$ – похил р.Тяжилівка на ділянці створу №2; A – коефіцієнт Браславського (Лучшева, 1983).

Таблиця 1.12. Гідралічний розрахунок в створі №2 р. Тяжилівка

Відмітки, Н, м	Ширина русла, В, м	Площа поперечного перерізу, S, м ²	Середня глибина потoku, h, м	Коефі- цієнт, А	Середня швидкість течії, V, м/с	Витрата води, Q, м ³ /с
237,15	2,0	0,20	0,10		0,3	0,06
237,45	3,6	1,04	0,29	9,84	0,88	0,9
237,80	5,6	2,65	0,47	14,2	1,28	3,4
238,10	7,2	4,57	0,63	17,6	1,58	7,2
238,40	9,4	7,15	0,76	20,3	1,83	13,0
238,65	11,2	9,72	0,87	22,5	2,02	19,6
238,90	12,2	12,55	1,03	25,5	2,30	28,8
239,40	14,8	19,3	1,30	30,4	2,74	52,9

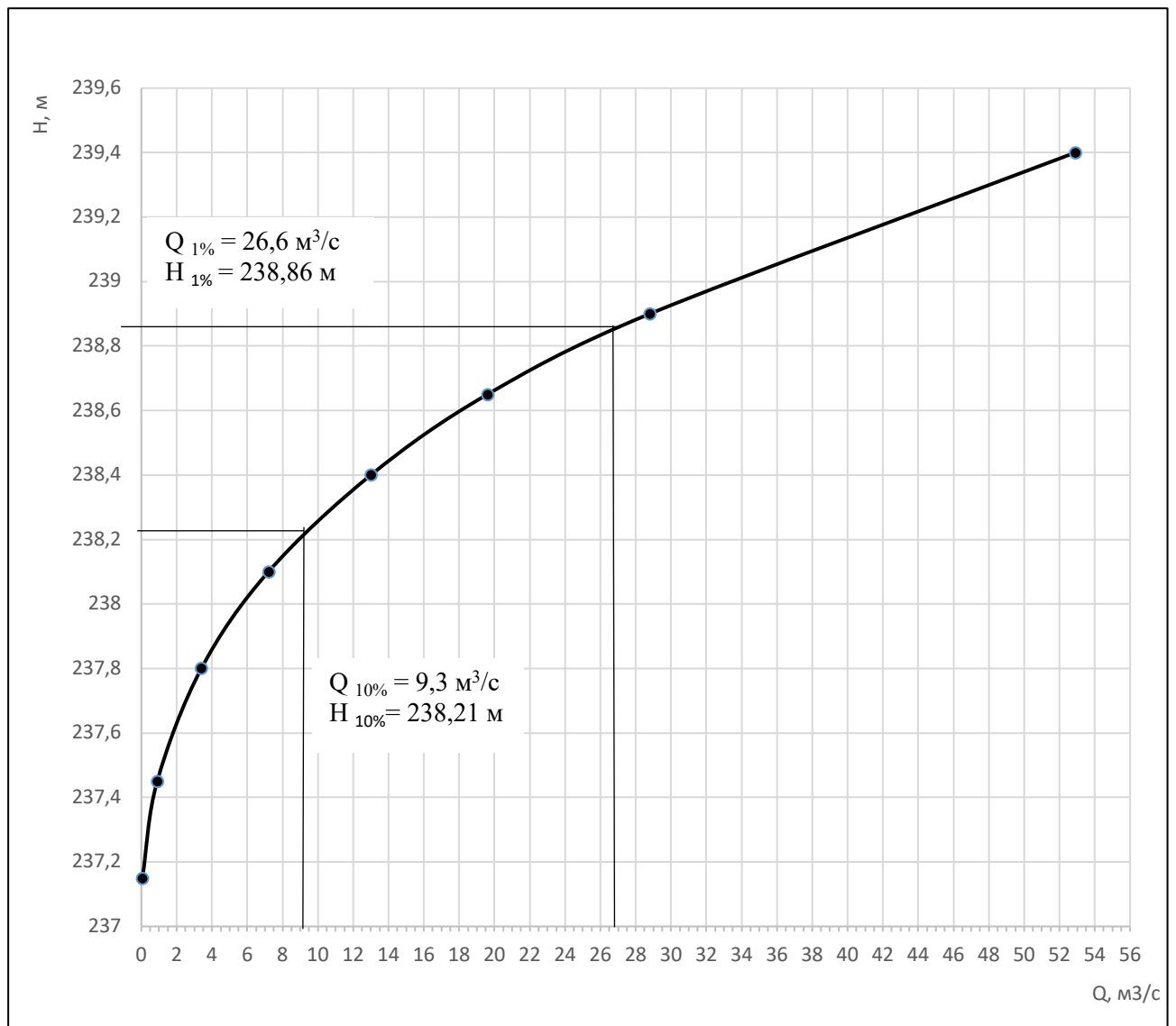


Рис.1.7. Крива витрат в створі №2

У березні-квітні 2025 р. були проведені неодноразові виміри витрат води р.Тяжилівка в створах №1-3. В гирлі (створ №1) витрати води за цей час змінювались від 65 до 90 л/с. Протягом 18.04.2025 року виміри витрат води були виконані на р.Тяжилівка та її притоці Малий Тяжилів. Результати представлені на рис. 1.8.

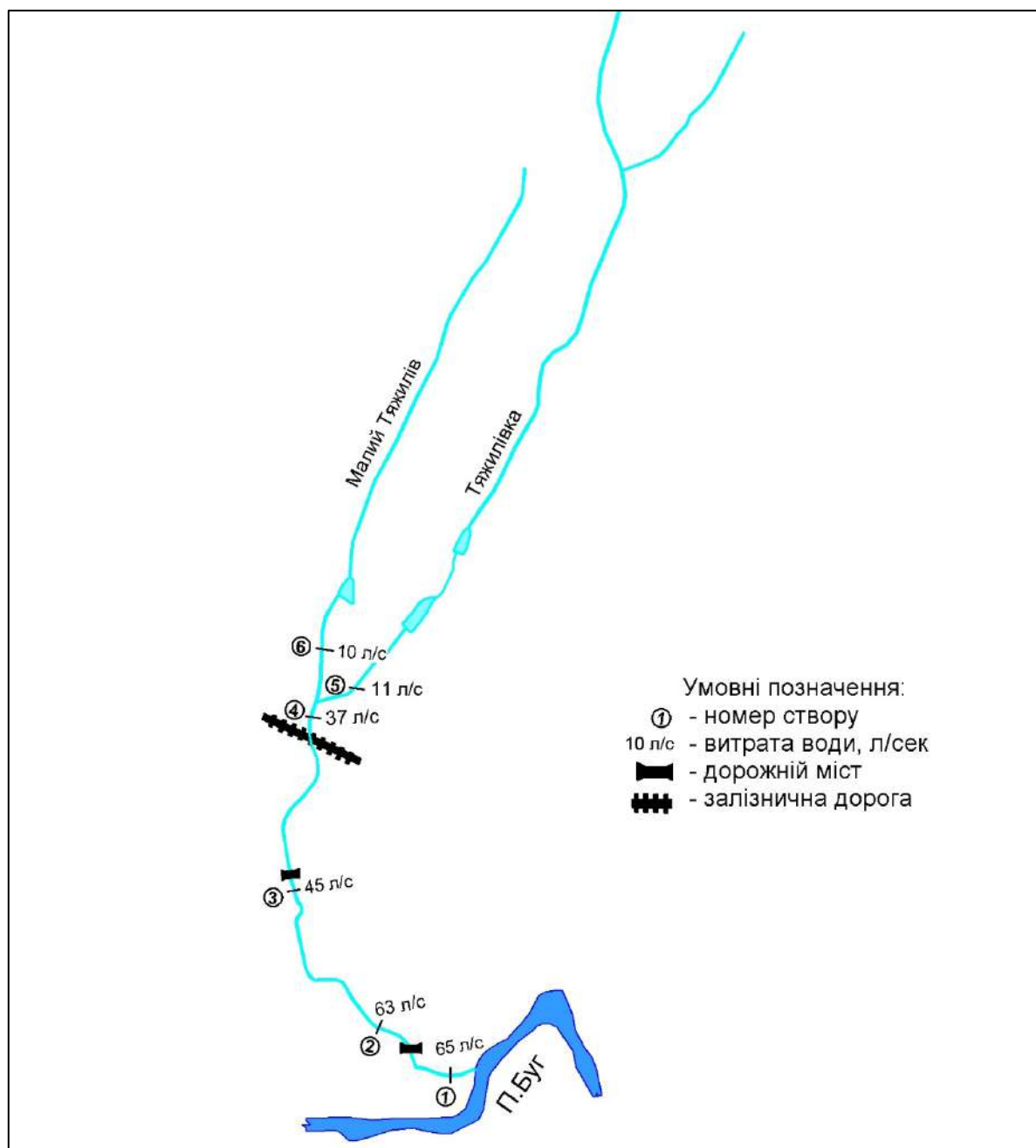


Рис. 1.8. Результати вимірів витрат води 18.04.2025 р.

2 ЕКОЛОГО-ГІДРОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

2.1 Матеріали і методи еколого-гідрологічних досліджень

Ділянка р. Тяжилівка, на якій проводили комплексні еколого-гідрологічні дослідження, розташована в нижній течії річки (рис. 2.1). Нижня межа ділянки проходить біля початку підземного колектора, в якому річка протікає до наступної гирлової ділянки, верхня – біля водовипуску колектора з території молокозаводу. Довжина ділянки – близько 1,24 км.

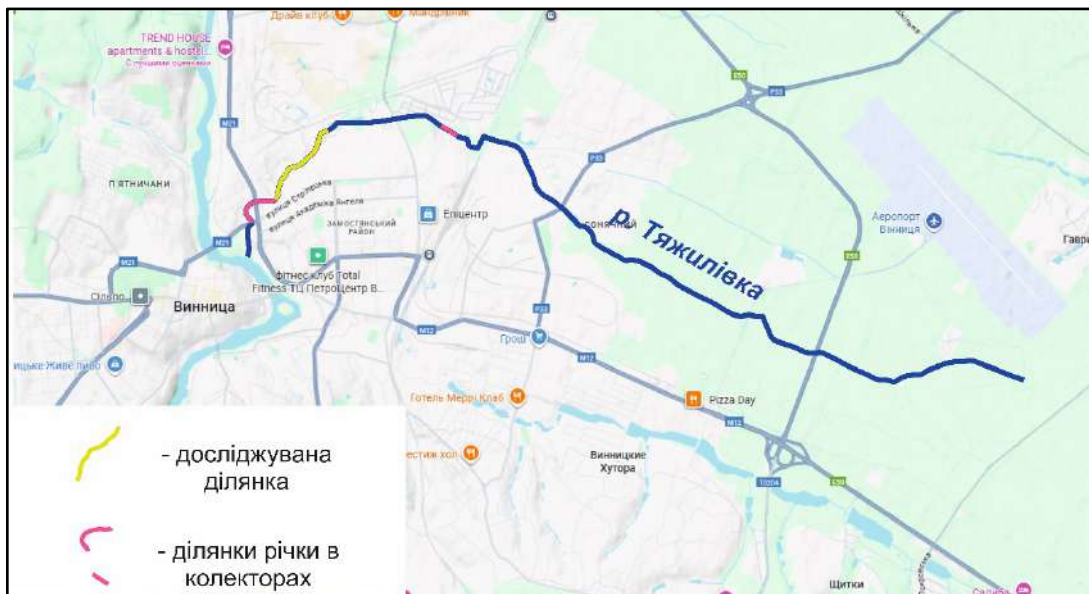


Рис. 2.1. Схема розташування ділянки досліджень на р. Тяжилівка.

Розташування станцій досліджень, яке було заплановано до початку робіт, корегували на місці з урахуванням їх доступності, відмінностей руслових умов і наявності водовипусків колекторів зливової каналізації. Початкову (заплановану) нумерацію станцій не змінювали, тому в даному звіті відсутня станція 2, натомість було додатково визначено станцію 0 вище за течією. Схему розташування станцій досліджень, а також місця водовипусків зливової каналізації наведено на рис. 2.2. На обраних станціях спостережень одночасно з еколого-гідрологічними дослідженнями виконували відбір проб води і донних відкладів на хімічний аналіз, проводили гідробіологічне обстеження та відбір проб гідробіонтів.



Рис.2.2. Схема розташування станцій спостережень і колекторів зливової каналізації.

Польові еколого-гідрологічні дослідження включали гідроморфологічне обстеження ділянки річки, вимірювання морфометричних характеристик русла і витрат води в створах станцій спостережень, визначення гідрофізичних характеристик води (температура, прозорість, колір), відбір проб води і донних відкладів для визначення вмісту завислих у воді речовин, водно-фізичних властивостей донних відкладів, органічної складової у відкладах.

Гідроморфологічне обстеження виконували вздовж ділянок довжиною по 90 м, кожна з яких складалася з трьох відрізків по 30 м (один в створі станцій досліджень, два – вище та нижче за течією від основної станції). Такі ж ділянки і відрізки були застосовані для обстежень поширення макрофітів і прибережної рослинності. Додаткову інформацію отримували шляхом аналізу космічних знімків в програмі Google Earth та опитуванням місцевого населення. Оцінку гідроморфологічного стану ділянок обстеження і досліджуваної ділянки річки в цілому здійснювали за Методикою гідроморфологічного моніторингу масивів поверхневих вод категорій «Річки» та «Озера» (2019).

Морфометричні характеристики русла, швидкості і витрати води визначали в створах станцій спостережень. Промірні роботи виконували за допомогою гідрометричної рейки. Швидкості течії вимірювали за допомогою приладу OTT MF pro Water Flow Meter. Розрахунки витрат води виконували за методом «площа-швидкість». Під час натурних гідрологічних досліджень на станціях проводили спостереження за рівнем води з використанням гідрометричної рейки, закріпленої на березі тимчасового водомірного поста.

Виміри температури здійснювали ртутним термометром у металевій оправі (водний термометр), зі шкалою в діапазоні від -10 до $+30$ °C та ціною поділки $0,2$ °C. Паралельно температура фіксувалася багатофункціональним приладом AZ 86031, яким визначали також окремі гідрохімічні показники: вміст і ступінь насичення розчиненого у воді кисню, рН, електропровідність і мінералізацію води. Прозорість води встановлювали за допомогою диску Секкі (білого диску діаметром 30 см). Колір води визначали з використанням стандартної шкали кольору (шкала Фореля-Уле).

Відбір проб води на вміст завислих речовин проводили в середній частині потоку, об'єм кожної проби складав до 2,0 л. В лабораторних умовах проведено фільтрацію цих проб під тиском за допомогою фільтрувальної установки через підготовленні (попередньо висушені та зважені) мембранні дискові фільтри з нітрат-целюлози (MDI, діаметр 47 мм, розмір пор $0,45$ мкм). Фільтри з завислими речовинами висушували протягом 2 год при температурі 105 ± 2 °C і зважували (Методи..., 2006). Отриману масу завислих речовин перераховували на об'єм відібраної проби води.

Донні відклади відбирали за допомогою совка. Відібрані зразки розміщували у бюкси для зберігання та транспортування. Підготовка проб для визначення водно-фізичних властивостей донних відкладів здійснювалася відповідно до стандартних методик (Наставление..., 1978; Чаповский, 1975). Для визначення органічної складової у донних відкладах висушені проби прожарювали у закритих фарфорових тиглях при температурі $450-550$ °C і зважували.

2.2 Гідроморфологічна оцінка

Наявність або відсутність гідроморфологічних змін на водному об'єкті є одним з критеріїв для виділення масивів поверхневих вод (МПВ) та має вирішальне значення для їх визначення як штучного або істотно-зміненого. Перше, що варто зазначити, на р. Тяжилівці (інша назва Тяжилів) довжиною понад 14 км мав би виділятися масив поверхневих вод (критерій для виділення МПВ – довжина понад 10 км) для здійснення постійного моніторингу, зокрема гідроморфологічного. Проте в затвердженому на 2025-2030 рр. плані управління річковим басейном (ПУРБ) Південного Бугу, притокою якого є досліджувана річка, немає такого МПВ. Лише в заходах з управління згадується «Тяжилів» як синонім річки Вінничка і кандидат на віднесення до істотно змінених масивів (кІЗМПВ) UA_M5.4_0184. Якщо масив поверхневих вод відноситься до істотно змінених (Методика віднесення масиву..., 2019), то його гідроморфологічний стан є порушеним, тому говорять про досягнення або ризику недосягнення доброго потенціалу, а гідроморфологічний моніторинг на такому масиві не проводять. Вказана в ПУРБі річка знаходиться під ризиком через зміну гідроморфології та можливо через точкові і дифузні джерела забруднення. Також вказана наявність високого ризику недосягнення екологічних цілей до 2030 року щодо досягнення доброго екологічного і хімічного стану.

Отже, рекомендацією до наступного ПУРБу є врахування і розмежування річок Тяжилівка (Тяжилів) і Вінничка в документі з додаванням масиву поверхневих вод. Ці дві річки, хоч і знаходяться поруч, і є істотно зміненими, але Вінничка через зарегулювання, а Тяжилівка – через зміну морфології. За довжиною вони обидві мають бути виділені в окремі масиви.

За затвердженою в Україні методикою (Методика гідроморфологічного моніторингу..., 2019) гідроморфологічна оцінка МПВ річки здійснюється за 6 основними блоками, 10 категоріями та 16 показниками, які оцінюються кількісно або якісно за групою балів А (1-5 балів) або Б (1, 3, 5 бали). Блоками є «русло річки», «внутрішні характеристики потоку», «гідрологічний режим», «неперервність річки», «берег і прибережна зона» і «заплава».

Гідроморфологічні показники берегів, прибережної зони, заплави оцінюються для лівого та правого берегів. Усі інші показники оцінюються в руслі річки.

Результати обстеження фіксуються в польових умовах і доповнюються фотознімками місцевості. Всі показники, визначені за картографічними матеріалами, уточнюються на місцевості. Залежно від ширини річки ділянка обстеження (ДО) обирається розміром 200 або 500 м з розбивкою на 5 рівних відрізків (ВО). Для річок шириною до 10 м ДО має складати 200 м, але з огляду на малу відстань між станціями досліджень і умовами доступу до русла на Тяжилівці гідроморфологічні дослідження проводили на ДО розміром 90 м з розбивкою на 3 рівних відрізки по 30 м – нижче за течією від станції відбору проб, безпосередньо біля станції та вище за течією.

Ділянка обстеження станції 0 (ДО_0) показана на рис.1.3. Особливістю ДО_0 є наявність колектора з правого берега діаметром 1 м на другому відрізку ділянки (рис. 2.4 а).



Рис. 2.3. Ділянка гідроморфологічного обстеження ДО_0.

Русло річки. Геометрія русла річки повністю порушена, так як русло спрямлено по всій довжині ДО_0. Потік підмиває лівий берег нижче колектора, тоді як вздовж правого є занесена піском ділянка. Вище колектору такого не спостерігається. Скоріш за все на таке формування руслових форм впливають сильні залпові скиди з колектору.



Рис. 2.4. Колектор (а) і русло річки (б) навпроти колектору. Біла лінія – межа поширення міток високих вод.

Внутрішні характеристики потоку. Донні відклади змінені по всій довжині ДО, зокрема на середньому відрізку переважно складаються з каміння різного розміру (обсипка) та піску. Руслова рослинність є близькою до природньої на відрізку обстеження ВО_0_1 (верхній за течією), де покриття рдесником складає до 70%, й істотно порушеною на ВО_0_2 та ВО_0_3 з відсутністю макрофітів. Так само спостерігається відсутність мертвої деревини та гілок в руслі нижче колектору. Характер ерозії/відкладів порушено через дноочисні та днопоглиблювальні роботи на всіх відрізках ДО, які проводили декілька років тому.

Гідрологічний режим. Стік води на ділянці не зазнає впливу споруд у руслі, але водночас він є зміненим, оскільки зазнає імпульсного впливу скидів з колектору, через який вода може надходити на ВО_0_2 та ВО_0_3. За інформацією місцевих жителів, через колектор скидаються неочищені води з території молокозаводу. Білі відмітки на прибережній рослинності на ділянці і нижче підтверджують можливість значного підвищення рівня води (рис. 2.4 б).

Неперервність річки збережена, штучні споруди в руслі на ДО відсутні.

Берег і прибережна зона. Береги підняті приблизно на 2 м та штучно закріплені, особливо біля колектору на ВО_0_2. Лівий берег заріс хмелем,

кущами, гілля і листя яких затіняє потік протягом всієї ділянки, в прибережній зоні є господарська будівля, але переважає трав'яна і деревна рослинність. Правий берег через додаткове укріплення заріс рослинністю менше, в прибережній зоні впритул до брівки берега підходить засипана щебнем дорога і починаються гаражі (рис. 2.3). Тут насаджені дуб червоний та інші дерева.

Заплава річки на ділянці має більше 75 % неприродного рослинного покриву з обох берегів. Більше того, з правого берега територія переважно покрита непроникним покриттям (гаражний кооператив), з лівого берега природної рослинності дещо більше. Через штучне підвищення берегів на всій ДО_0 порушена взаємодія між руслом і заплавою.

Ступінь порушень гідроморфологічних умов за основними блоками гідроморфологічної оцінки на ДО_0 відповідає 4 класу (сильно змінена) гідроморфологічного стану.

Ділянка обстеження станції 1 (ДО_1) (рис. 2.5.) буквально межує з попередньою, але її гідроморфологічні характеристики дещо інші.



Рис. 2.5. Ділянка гідроморфологічного обстеження ДО_1.

Русло річки. Геометрія русла річки тут так само повністю порушена, так як русло спрямлено по всій довжині. Потік підмиває лівий берег, ширина русла зменшується у порівнянні з ДО_0.

Внутрішні характеристики потоку. Донні відклади змінені по всій довжині ДО_1 і складаються з каміння різного розміру, сміття (метал, пластик, скло), а також присутні сірий мул і сильно замулений пісок. Сміття більше на перших двох відрізках. Макрофітів в руслі на ДО майже немає, але присутні гілки і мертва деревина, тому за наявності решток дерев ділянку можна вважати середньозміненою. Характер ерозії/відкладів порушено через дноочисні та днопоглиблювальні роботи на перших двох відрізках.

Гідрологічний режим. Стік води на ділянці не зазнає впливу споруд у руслі, але водночас він є зміненим і скоріш за все зазнає імпульсного впливу скидів з колектора, розташованого на ДО_0, а також з маленького бетонного колектора діаметром до 40 см, який знаходиться на ВО_1_1 з правого берега (рис. 2.6 а).



Рис. 2.6. Колектор з правого берега на ВО_1_1 вище станції 1 (а) та вигляд берега на ВО_1_2 (б).

Неперервність річки збережена, штучні споруди в руслі на ДО відсутні.

Берег і прибережна зона. На ДО_1 береги підняті менше, ніж на ДО_0, але на першому і другому відрізку правий берег укріплений капітально – тут він фактично є фундаментом гаражів (рис. 2.6 б). В прибережній зоні правого берега майже відсутня рослинність через забудову гаражами впритул до урізу води, на лівому березі є природна рослинність з домінуванням дикого винограду.

Заплава річки на ділянці має більше 75 % неприродного рослинного покриву з правого берега, тоді як з лівого на двох останніх відрізках переважає природна рослинність (див. рис. 2.5). Тут, як і на ДО_0, продовжується гаражний кооператив, тому з правого берегу територія переважно покрита непроникним покриттям (гаражний кооператив). На більшій частині ділянки також порушений зв'язок між руслом і заплавою.

В цілому ДО_1 також відповідає 4 класу гідроморфологічного стану.

Між ДО_1 та ДО_3 з обох берегів річки розташовані 3 колектори – труби різного діаметру та форми (рис. 2.2, 2.7), наявність яких може впливати на стік річки на нижче розташованих ділянках.



Рис. 2.7. Колектори: а – бетонна труба діаметром до 30 см; б - подвійний колектор діаметром по 60 см (біля нового ЖК) з лівого берега; в – труба, схована під сходиною біля приватного домогосподарства, правий берег.

Ділянка обстеження станції 3 (ДО_3) (рис. 2.8) за деякими гідрологічними та гідробіологічними характеристиками дещо відрізняється від ділянок, розташованих вище і нижче.



Рис. 2.8. Ділянка гідроморфологічного обстеження ДО_3.

Русло річки. Геометрія русла річки на ділянці відносно збережена, або ж воно відновилося після втручань. Як і попередні ділянки ДО_3 спрямлена, але потік певною мірою меандрує в межах русла по всій її довжині.

Внутрішні характеристики потоку. Донні відклади змінюються достатньо сильно на різних відрізках ділянки – на ВО_3_1 та ВО_3_3 представлені переважно мулом, а на центральному відрізку, де відбирались проби – камінням різного розміру, сміттям (скло, метал), мулом (рис. 2.9 а)

На даній ДО найбільше різноманіття макрофітів, хоча домінує так само рдесник гребінчастий і нитчасті водорості. Наявність решток дерев є середньозміненою на всіх відрізках, є ознаки певного регулювання (рис.2.9. б)

Гідрологічний режим. Стік води на ділянці не зазнає впливу споруд у руслі, але водночас він є зміненим і скоріш за все зазнає імпульсного впливу скидів з колекторів, розташованих вище. Виміряна витрата води на станції 3 є найвищою (див. розд. 2.3), що пояснюється, на наш погляд, меншою захаращеністю русла ДО_3 камінням та сміттям.

Неперервність річки збережена, штучні споруди в руслі на ДО_3 відсутні.



Рис. 2.9. Вигляд ВО_3_2 (станція 3) (а) та ВО_3_3 (нижче за течією) (б)

Берег і прибережна зона. Береги частково укріплені камінням і підняті над урізом води. На ВО_3_2 при березі наявне велике каміння. Вздовж правого берега ВО_3_2, як і вздовж обох берегів на ВО_3_3, спостерігаються процеси акумуляції наносів.

Лівий берег сильно заріс деревами, осоками та диким виноградом в прибережній зоні, з правого берегу на нижньому відрізку ділянки в прибережній зоні наявні домогосподарства, тому природня рослинність змінена, але проникність поверхні залишається природною. На ВО_3_2 частково відновили прибережну смугу, прибравши гаражі – замість них зараз трав'яний покрив. Це покращує гідроморфологічний стан ділянки і збільшує біорізноманіття на ній.

Заплава річки на ділянці з правого боку переважно представлена індивідуальними домогосподарствами і зберегла значну частину природної рослинності, з лівого берега територія переважно покрита непроникним покриттям. З лівого берега через забудову і підняття берега по всій ділянці порушена взаємодія між руслом і заплавою, з правого – ні.

Таким чином ДО_3 відповідає 3 класу гідроморфологічного стану («змінена»), тобто є менш порушеною, ніж ДО_0 та ДО_1.

Ділянка обстеження станції 4 (ДО_4) (рис. 2.10), як і ділянка ДО_5, має сильне засмічення русла в місці відбору проб великогабаритним сміттям.

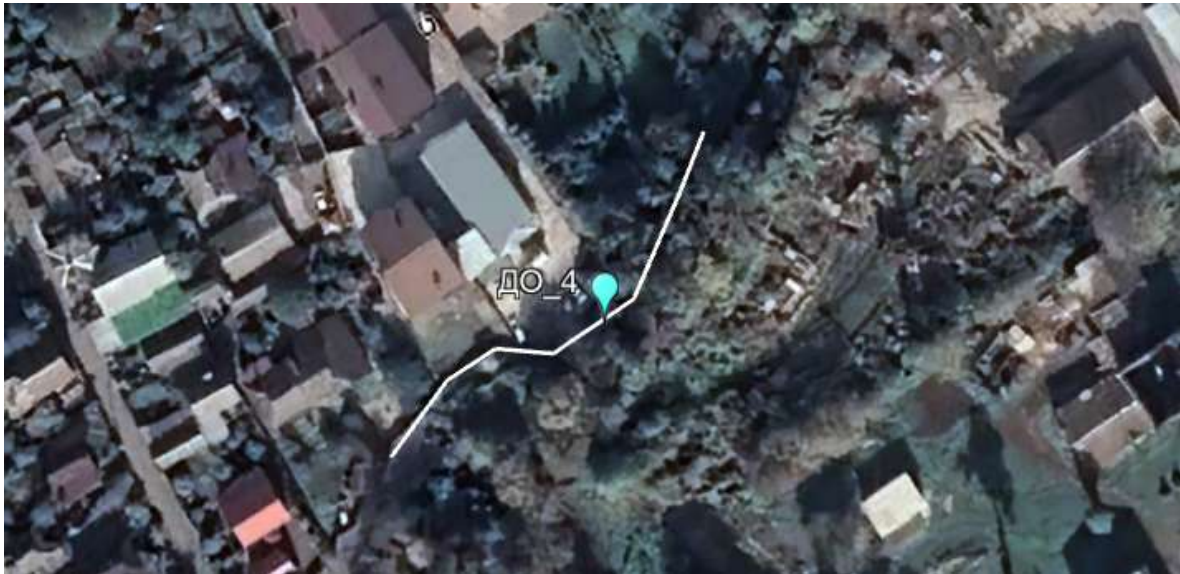


Рис. 2.10. Ділянка гідроморфологічного обстеження ДО_4.

Русло річки. Геометрія русла річки на ділянці різна – на першому й третьому відрізках більш природня, на ВО_4_2 змінена.

Внутрішні характеристики потоку. Донні відклади, як і на попередній ДО, дещо змінюються на різних відрізках – найбільша домішка сміття та штучного матеріалу характерна для ВО_4_2, тоді як вище і нижче відклади є більш природними і замуленими. Кількість макрофітів у руслі незначна (переважно на ВО_4_2), що також може пояснюватись значним затіненням від дерев в прибережній зоні. Натомість на першому та останньому відрізках ділянки багато мертвої деревини. Потік підмиває правий берег.

Гідрологічний режим. Стік води на ділянці зазнає впливу споруд у руслі. На останньому відрізку наявне часткове перекриття потоку насипною дамбою з двома частково занесеними прямокутними колекторами (рис. 2.11). Виміряна витрата дещо зменшується порівняно з ДО_3 (розд. 2.3), але більша, ніж на ДО_1.

Неперервність річки на останньому відрізку ділянки значно порушена.

Берег і прибережна зона. Лівий берег вздовж усієї ділянки піднятий і капітально укріплений, але водночас заріс великими деревами. Правий берег більш похилий, на ВО_4_1 тут накопичується багато гілок і мертвої деревини, на

ВО_4_2 він дещо піднятий і капітально укріплений, так як поруч – залита бетоном автостоянка.



Рис. 2.11. Перекриття потоку на нижньому відрізку ДО_4.

Заплава річки на ділянці з правого боку переважно представлена індивідуальними домогосподарствами, і зберегла значну частину природної рослинності, з лівого берега територія значно піднята і також частково має природну рослинність.

Загалом ДО_4 відповідає 4 класу гідроморфологічного стану із середнім балом 3,7, що дещо краще, ніж на ДО_0, але гірше за ДО_3.

Ділянка обстеження станції 5 (ДО_5) (рис. 2.12) є крайньою перед тим, як річка повністю потрапляє в колектор.

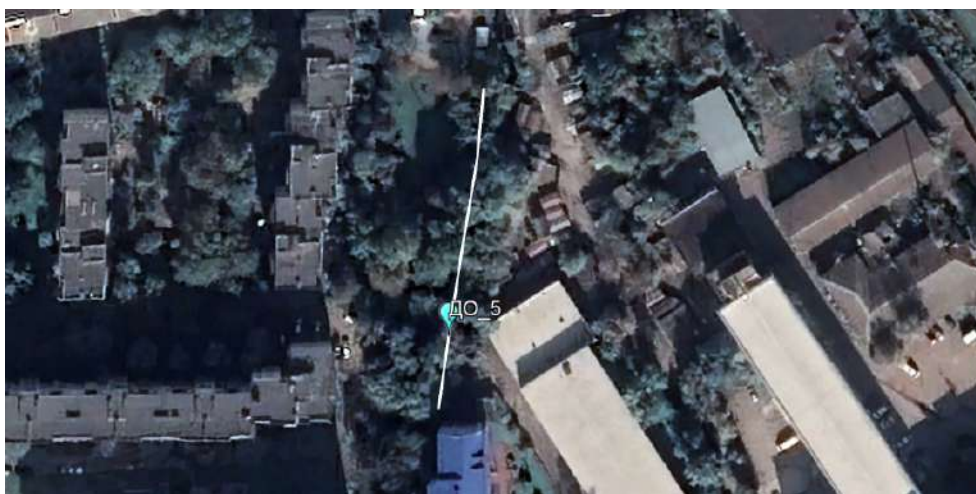


Рис. 2.12. Ділянка гідроморфологічного обстеження ДО_5.

Русло річки. Геометрія русла змінена, але частково відновлена потоком.

Внутрішні характеристики потоку. Донні відклади представлені переважно камінням різного розміру (рис. 2.13). Між камінням та на ньому спостерігається мулонакопичення. На ділянці багато великогабаритного сміття різного походження, як і на попередній ДО_4. Макрофітів на ділянці дуже мало, рдесник в малій кількості зустрічається тільки на першому відрізку. Спостерігається сильне затінення від високих дерев в прибережній зоні, що також може впливати на водну рослинність. Мертва деревина присутня, але видно, що її надходження регулюється.

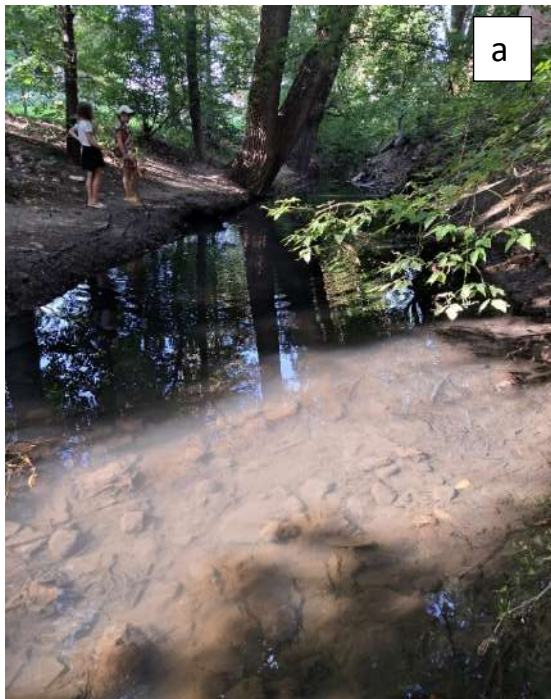


Рис. 2.13. Русло і прибережна зона на нижньому відрізку ДО_5 (а) та вигляд колекторів наприкінці ділянки (б).

Гідрологічний режим. Стік води на ділянці зазнає впливу споруд у руслі, так як на останньому відрізку наявний колектор, куди втікає річка. Виміряна витрата значно менша у порівнянні з попередньою ділянкою (пояснення див. в розділі 2.3).

Неперервність річки на останньому відрізку ділянки порушена (рис. 2.13 б).

Берег і прибережна зона. Лівий берег протягом всієї ділянки піднятий і укріплений, але водночас заріс великими деревами. Правий берег також піднятий, але наявна певна східчастість і похилість біля урізу води, скоріш за все через природний вплив потоку та антропогенне навантаження (витоптування). Рослинність правого берега в прибережній зоні місцями порушена і збіднена.

Заплава річки на ділянці з обох берегів забудована багатоповерховими будинками.

В цілому ДО_5 відповідає 4 класу гідроморфологічного стану із середнім балом 4,0, що дещо гірше за попередню ДО.

Результати гідроморфологічної оцінки (кількість балів і відповідний клас) для усіх ділянок обстеження представлені на рис. 2.14. Загальна оцінка гідроморфологічного стану усієї досліджуваної ділянки р. Тяжилівка – 4 клас («сильно змінена»). Виключення становить ділянка обстеження в районі станції 3, яка відноситься до 3 класу – «змінена».

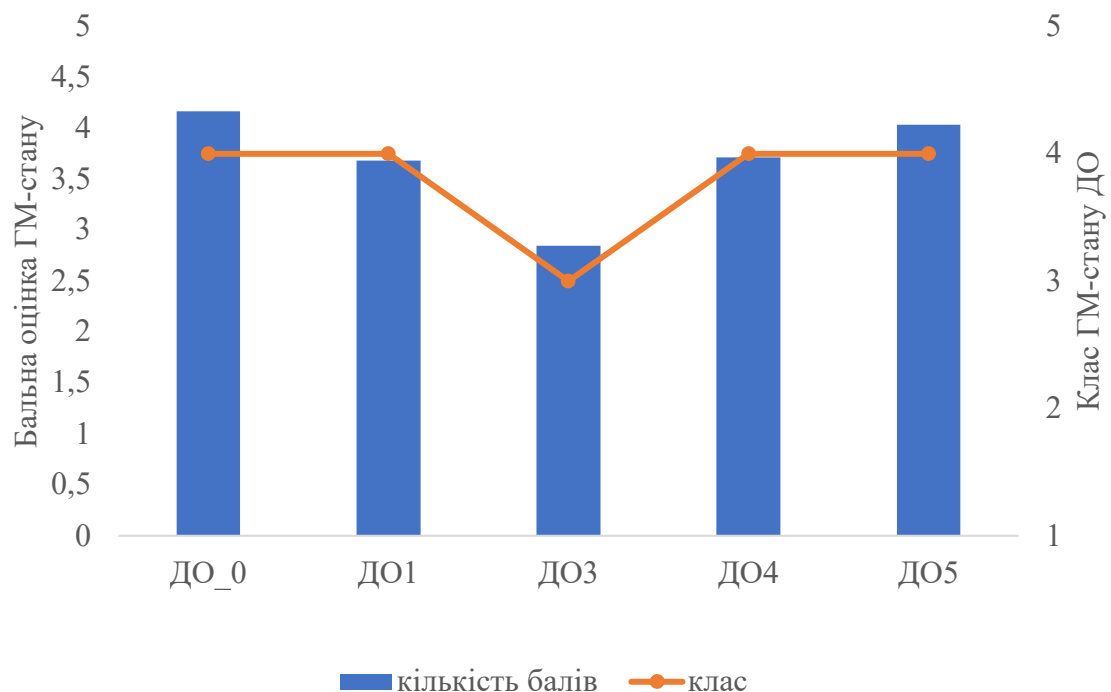


Рис. 2.14. Клас гідроморфологічного стану та кількість балів для ділянок за результатами гідроморфологічного обстеження.

2.3 Морфометричні характеристики русла і витрати води

На чотирьох станціях досліджень (станції 1, 3, 4, 5) річки Тяжилівка у серпні 2025 р. були виконані промірні роботи і виміряні середні швидкості течії на вертикалях. За цими даними були визначені основні морфометричні параметри русла (глибина, ширина, площа водного поперечного перерізу) та витрати води в створах станцій спостережень (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Морфометричні і гідродинамічні характеристики р. Тяжилівка

Номер станції (створу)	Ширина створу, м	Глибина, м		Швидкість виміряна (діапазон), м/с	Площа поперечного перерізу, м ²	Витрата, м ³ /с
		середня	максимальна			
1	2,4	0,16	0,22	0,04-0,10	0,39	0,026
3	2,2	0,16	0,22	0,05-0,19	0,35	0,038
4	2,9	0,23	0,27	0,08-0,10	0,59	0,035
5	2,4	0,09	0,13	0,02-0,10	0,19	0,012

Ширина річки на досліджуваній ділянці становила від 2,2 до 2,9 м, середні глибини варіювали в межах 0,09-0,23 м, максимальні – 0,13-0,27 м. Площа поперечного водного перерізу річки суттєво відрізнялась у різних створах – від 0,19 м² (станція 5) до 0,59 м² (станція 4). Виміряні швидкості течії змінювалися в діапазоні від 2 до 19 см/с.

Розраховані за методом «площа-швидкість» величини витрат води знаходились в межах від 0,012 до 0,038 м³/с. Ці величини в цілому відповідають розрахунковим величинам стоку літньо-осінньої межени, наведеним у звіті «Виконання гідрологічних вишукувань та складання науково-технічного звіту для річки Тяжилівка» (2025 р.) Басейнового управління водних ресурсів річки Південний Буг. Згідно цього звіту розрахункові середні місячні витрати води різної імовірності перевищення (P, %) для серпня становлять: 0,04 м³/с (P = 50

‰); 0,016 м³/с (P =75 ‰); 0,006 м³/с (P = 95 ‰). Слід зазначити, що розрахункові витрати визначені для замикального створу (в місці впадіння р.Тяжилівка в Південний Буг), але враховуючи, що ділянка дослідження розташована в нижній течії річки і нижче за течією відсутня бічна приточність, наведені значення можуть бути прийняті для порівняння з вимірними витратами досліджуваної ділянки. Отже, визначені нами витрати води близькі до розрахункових витрат 50 і 75 ‰-ї забезпеченості.

Звертає на себе увагу те, що вимірні витрати незакономірно змінюються по довжині ділянки – максимальна витрата встановлена на станції 3, а на станції 5 вона була значно меншою, ніж на інших станціях. Звичайно це можна пояснити забором води між станціями 3 і 5, але наші обстеження не засвідчили таких фактів. Крім того, відмінності витрат води між іншими станціями також досить суттєві як для невеликої (1,24 км), безпритічної ділянки річки. Певним чином на витрати води в окремих створах могли вплинути надходження води з колекторів зливової каналізації, але в період досліджень спостерігався стік тільки з колектора біля станції 0, що поширювався на всю ділянку.

Ще однією причиною незакономірного розподілу витрат по довжині ділянки, на нашу думку, може бути різний ступінь заповнення русла камінням і будівельним сміттям. Цей крупногабаритний матеріал на дні річки поширений по всій досліджуваній ділянці. Він добре пропускає воду, тому частина витрати води, яку ми не могли виміряти, проходить через цю товщу. Чим більший шар каміння і сміття заповнює русло, тим більша частина загальної витрати води формується в його товщі. Це підтверджується певною мірою поперечними профілями русла. Як видно з рис. 2.15 найменші глибини і, відповідно, найменша площа поперечного перерізу встановлені саме на станції 5, де дно суцільно заповнене камінням різної крупності і будівельними рештками (див. розд. 2.2). Водночас індикатором наближення профілю русла до природного є поширення вищої водної рослинності, яка краще вкорінюється і закріплюється у природному субстраті дна. Це характерно для станції 3 з найбільшою вимірною витратою води, яка вочевидь найбільш наближена до реальних обсягів стоку.

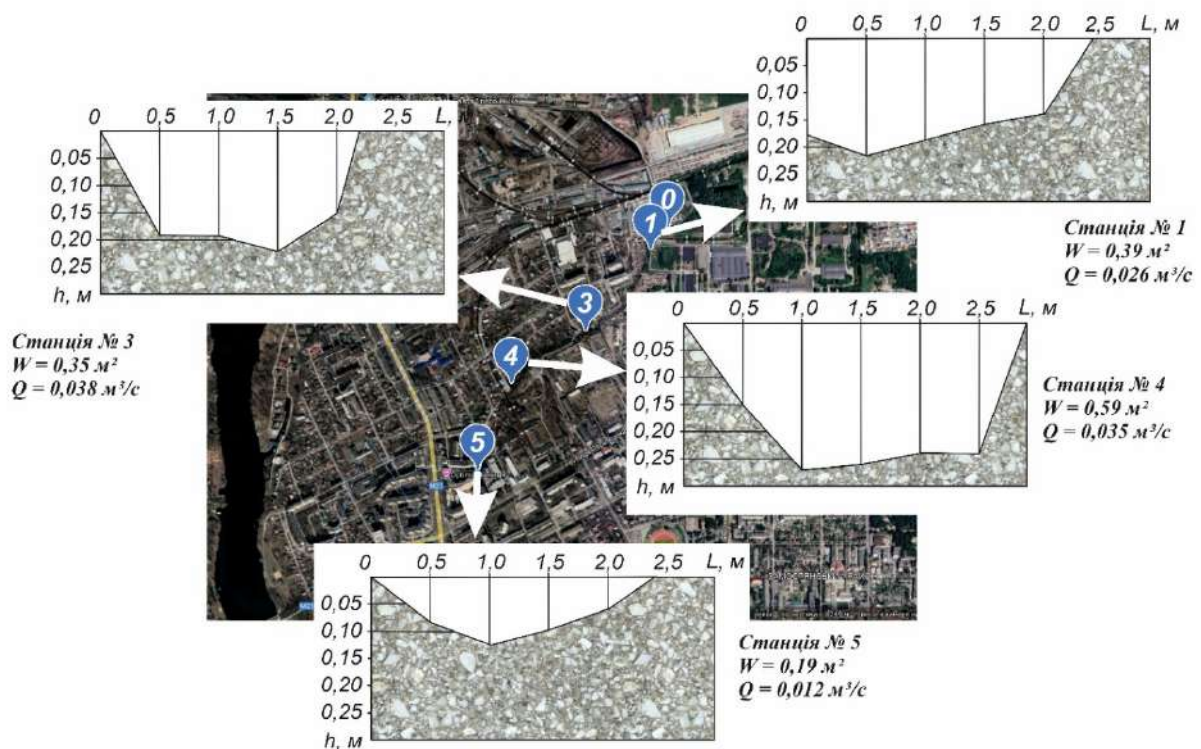


Рис. 2.15. Профілі водного поперечного перерізу в створах станцій спостережень

Слід також відзначити, що на більшості відрізків досліджуваної ділянки річки вільний рух води порушений через значну захаращеність русла відмерлими гілками і стовбурами дерев. Крім того, природний потік води порушується наявністю труб, що проходять по дну річки, водопропускної споруди в районі станції 4 та підземного колектора в кінці ділянки.

2.4. Гідрофізичні характеристики водних мас

До гідрофізичних характеристик водних мас відносяться термічний режим і оптичні властивості води (прозорість та колір), які у свою чергу залежать від режимів формування і переміщення завислих у воді речовин та поширення у воді сонячної енергії (Тимченко, 2006).

Термічний режим р. Тяжилівка, як і переважної більшості річок, формується за рахунок обміну теплом між водною масою і атмосферою та руслом. Коливання температури річкової води – це наслідок зміни складових теплового балансу. Співвідношення між елементами теплового балансу змінюються разом із зміною метеорологічних умов відповідно до сезонів року. Навесні та влітку надходження тепла перевищує витрату і температура води

зростає. Максимальні її значення зазвичай спостерігаються в липні-серпні, коли таких же максимумів досягають показники температури повітря. З настанням осені починається процес віддачі тепла ложем річки у її водні маси, а звідти, у свою чергу – в атмосферу. При наближенні температури води до 0°C виникають умови для утворення льодового покриву.

На фоні сезонних змін температури води в річках відбуваються добові коливання. Так, влітку найнижчі температури води спостерігаються під ранок, найвищі – близько 16–17 години вдень. Крім того, досить часто у річках значення температури води змінюється як по довжині так і по глибині та ширині річки. В р. Тяжилівка через малі глибини та ширину русла температура води змінюється мало, цьому сприяє постійне турбулентне перемішування.

Під час експедиційного виїзду в серпні 2025 року температура води в річці коливалась в межах $17,5\text{--}17,8^{\circ}\text{C}$, лише на одній станції спостережень (ст. 0) її значення становило $18,2^{\circ}\text{C}$ (рис. 2.16). Останнє, скоріше за все, пояснюється відкритістю ділянки та відсутністю деревної рослинності і чагарників, що перешкоджають надходженню сонячної радіації на водну поверхню. До того ж, саме тут знаходиться один з колекторів, по якому у річку постійно (хоча і з різною витратою) надходять стічні води. Вихід з колектора має масивну бетонну конструкцію і при стіканні через неї водні маси також нагріваються.

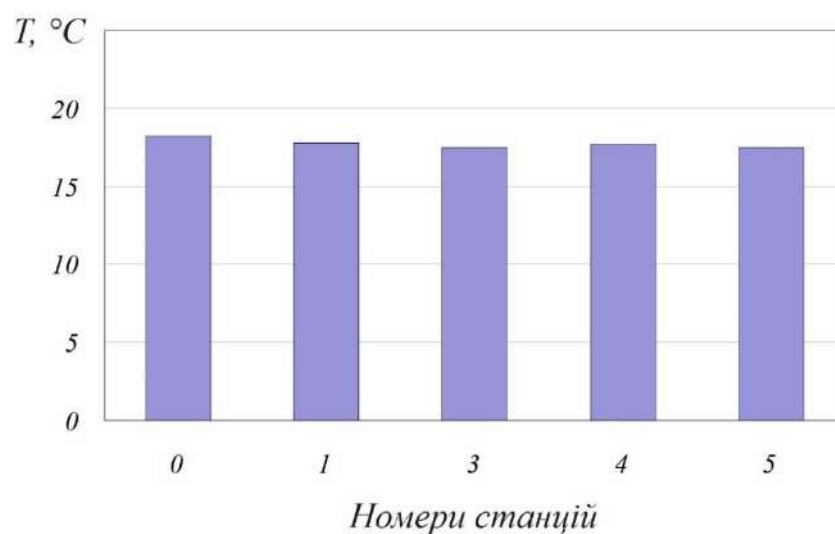


Рис. 2.16. Температура води на станціях спостережень р. Тяжилівка 20-21 серпня 2025 року.

Отже, основними факторами, що визначають термічний режим р. Тяжилівка, є насамперед метеорологічні умови (температура води в річці найшвидше реагує саме на їх зміни або коливання), а також стан прибережної зони (наявність дерев та чагарників, які затінюють водну поверхню) та притік води з колекторів.

Прозорість та колір води, які залежать від кількості та складу завислих речовин, концентрації розчинених речовин, розвитку фітопланктону, є репрезентативними показниками якості вод. Саме прозорість та колір впливають на глибину проникнення сонячної енергії та її розподіл у водній товщі. Показники прозорості та кольору води можуть істотно змінюватись впродовж року.

Під час досліджень р. Тяжилівка на усіх станціях спостережень було добре видно дно, тобто за загальноприйнятою методикою визначення відносної прозорості і кольору води, яка передбачає використання для цих цілей диска Секкі, такі дослідження виконувати було недоцільно. Тому можна констатувати, що прозорість води була більша глибин, які спостерігалися на досліджуваній ділянці річки, а колір води за наближеною візуальною оцінкою був у межах градацій XVII-XVIII (коричнюваті відтінки) шкали кольору.

Основним чинником, що визначає прозорість і колір води є концентрація і склад завислих у воді речовин. Результати визначення цих параметрів у воді р. Тяжилівка наведені у розділі 3.

2.5. Донні відклади

Природнє формування комплексу донних відкладів (ДВ) у руслі річки відбувається під впливом процесів розмиву, транспортування та акумуляції завислих і донних наносів, які частково формуються в русловій мережі, частково надходять з водозбору. При значному антропогенному навантаженні на урбанізованій території в складі ДВ суттєво зростає частка матеріалів штучного походження – наприклад, фрагментів пластику, скла, будівельного сміття, корозійних часток, асфальтового пилу та інших техногенних домішок. Внаслідок укріплення берегів, днопоглиблювальних робіт, будівництва мостів

порушуються умови формування донних відкладів, їх гранулометричний склад, а також природні сукцесії донної фауни.

Наявність зливових водовипусків та імпульсне надходження з них стічних вод можуть активізувати локальні ерозійні процеси, а спрямлення русла перешкоджає утворенню природного розподілу зон акумуляції. Опинившись в руслі частки різного походження відсортовуються за гідравлічною крупністю та зазнають вторинних трансформацій, формуючи ділянки зі специфічними типами відкладів, які вирізняються зміненими водно-фізичними властивостями, низькою часткою органічної речовини та збагаченням техногенними компонентами.

Для малої рівнинної річки, якою є р.Тяжилівка, природнім є склад донних відкладів, в якому переважають пухкі матеріали – від крупного піску до мулистих і глинистих часток. Натомість маємо переважання крупногабаритного природнього (камінь, щебінь) та штучного (будівельне сміття, зокрема шматки бетону, цегли тощо, пластик, ганчіря, бите скло) матеріалу. Причому природні матеріали в основному мають також антропогенне походження – це рештки берегоукріплень та інших будівельних конструкцій. На окремих ділянках р.Тяжилівка, зокрема на станціях 4, 5 такі матеріали вкривають усе дно річки суцільним пластом, товщина якого може складати десятки сантиметрів. На поверхні крупногабаритного матеріалу, а також між ним формуються піщанисті і мулисті відклади. Про склад донних відкладів за результатами візуального гідроморфологічного обстеження більш детально викладено в розділі 2.2 (пункт *«внутрішні характеристики потоку»*).

Проби донних відкладів були відібрані на основних станціях спостережень. Відбирали за можливості пухкий матеріал. В пробах були визначені водно-фізичні властивості (вологість, пористість, об'ємна маса скелету) донних відкладів і органічна компонента в їх складі (через втрати проби при прожарюванні).

Обробка проб виконувалася загальноприйнятими термостатно-ваговими методами. Спершу їх висушували при температурі $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ у сушильній шафі

протягом кількох години для повного видалення вологи. За різницею у вазі між абсолютно вологою пробою та висушеною до повітряно-сухого стану масою, визначалася природна вологість у пробі. Вміст органічної речовини у пробах визначали як втрату ваги повітряно-сухої маси донних відкладів після прожарювання їх у муфельній печі при температурі 450°C протягом 5 годин. Результати лабораторних досліджень проб донних відкладів наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Водно-фізичні властивості та органічна складова проб донних відкладів річки Тяжилівка у серпні 2025 р.

№ станції	Глибина відбору, см	Водно-фізичні властивості			Органічна складова, %	Візуальна оцінка складу відкладів
		Вологість, %	Пористість, %	Об'ємна маса скелету, г/см ³		
0	20	19,98	33,79	2,03	0,52	кам'яна обсіпка, мілка галька, крупний пісок
1	19	99,97	76,25	1,53	4,29	рідкий чорний мул, рослинні рештки, замулений пісок
3	20	64,01	71,15	1,82	4,09	каміння, рідкий мул
4	25	30,23	53,76	2,32	1,20	щебінь різних розмірів (обсіпка), рідкий чорний мул
5	12	26,98	47,20	2,22	3,77	чорний щільний мул

Усі проби характеризувались наявністю компонентів антропогенного походження, зокрема це було бите скло, металеві фрагменти, а також дрібне каміння. Склад донних відкладів також був пов'язаний із станом прибережної зони та залежав від проведення днопоглиблювальних робіт. Так, наприклад, проба ДВ зі станції 1 переважно складалась з дрібного каміння, яке використовувалось для укріплення берега, та піску. Також пісок, але більш замулений, складає основу ДВ на станції 1. На ділянці між цими станціями декілька років тому проводили розчистку русла, що вплинуло на сучасний склад

відкладів. На інших станціях досліджень пісок не зустрічався, а переважно це був сірий або чорний мул з рослинними рештками та камінцями.

Вологість відібраних проб коливалась в доволі значному діапазоні – від 20 до 100 % (табл. 2.2). Найбільшою вологістю відзначаються мулисті відклади на станції 1, найменшою – відклади на станції 0. Така значна різниця на двох сусідніх станціях підкреслює ступінь антропогенного впливу. Пористість відкладів коливалась в меншому діапазоні – від 33,79 до 76,25 %, а об'ємна маса скелету – від 1,53 до 2,32 г/см³. У пробах зі значним вмістом кам'яної обсіпки водно-фізичні показники відхиляються від характерних для певного типу донних відкладів.

Органічна складова ДВ була найменшою на станціях 0 та 4 – 0,52 та 1,20 % відповідно. На всіх інших станціях вона складала біля 4 %. Це дещо менший показник, ніж характерний для мулів у незмінених річках і пояснюється слабким розвитком макрофітів і можливим впливом імпульсних залпових скидів, які не дають розвиватись процесам седиментації.

3 ГІДРОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

3.1 Методи гідрохімічних досліджень

Враховуючи незначну глибину річки на дослідженій ділянці, відбір проб води здійснювали безпосередньо з потоку. Проби донних відкладів відбирали вручну за допомогою совка. Для транспортування та зберігання відібраних проб води і донних відкладів застосовували поліпропіленові контейнери. Завислі речовини відокремлювали методом мембранної фільтрації, пропускаючи 1,0–1,5 дм³ води через нітроцелюлозний мембранний фільтр «Fioroni» (КНР) з діаметром пор 0,45 мкм, використовуючи фільтраційну установку УК 40–2М. Вміст завислих речовин встановлювали за різницею між масою фільтра із зависсю, висушеного при 105°C до постійної маси, та масою самого фільтра. Безпосередньо на місці відбору визначали температуру води, показник рН та концентрацію розчиненого кисню за допомогою мультифункціонального приладу AZ-86031. Точність вимірювання вмісту кисню цим приладом перевіряли методом Вінклера (Аналітична хімія..., 2007). Концентрацію іонів Na⁺, K⁺, Ca²⁺ і Cl⁻ визначали за допомогою іономіра AI-125 (ТОВ «ВП Діліс», Україна) з використанням відповідно скляного натрій-селективного електрода ЕЛІС-112Na, калій-селективного електрода ЕЛІС-121K з ПВХ мембраною, кальцій-селективного електрода ЕЛІС-121Ca з ПВХ мембраною і хлорид-селективного електрода ЭМ-СІ-01. Вміст іонів Mg²⁺ розраховували, беручи до уваги величини твердості води і концентрацію іонів Ca²⁺. Твердість води визначали титриметричним методом з використанням етилендіамінтетраоцтової кислоти і індикатора еріохрому чорного (Аналітична хімія..., 2007). Концентрацію CO₃²⁻ і HCO₃⁻ іонів встановлювали шляхом прямого титрування проб води розчином HCl (0,02 або 0,05 моль/дм³) до величини рН 4,0 (Аналітична хімія..., 2007). Вміст іонів SO₄²⁻ визначали турбідиметричним методом у вигляді сірчаноокислого барію у солянокислому середовищі з використанням гліколевого реагенту (Аналітична хімія..., 2007).

Концентрацію розчинених металів визначали після фотохімічної деструкції розчинених органічних речовин (РОР) у фільтраті досліджуваної проби води. Для

проведення процедури 50 см³ фільтрату природної води переносили у кварцовий стакан, підкислювали концентрованою H₂SO₄ марки «х. ч.» до рН 1,0–1,5, після чого додавали 5–7 крапель 35%-ного розчину H₂O₂ та опромінювали ртутно-кварцовою лампою ДРТ-1000 упродовж 2,0–2,5 годин. Саме вміст розчинної форми металів використовувалася для визначення класу якості води згідно з вимогами ДСТУ 4808:2007 та методики екологічної оцінки якості поверхневих вод (Методика..., 1998).

Для визначення вмісту неорганічних форм азоту і фосфору та досліджуваних металів у донних відкладах відбирали їхній поверхневий шар (0–10 см). В поровому розчині встановлювали концентрацію головних іонів, неорганічних форм азоту і фосфору, металів, а вміст досліджуваних металів у твердій фазі донних відкладів після їхнього «мокрого спалювання» (Бок, 1984; Жежеря та ін., 2015) у суміші азотної і сірчаної кислот. Тверду фазу донних відкладів досліджували після їхнього прожарювання при 550°C протягом 5 годин.

Порову воду отримували із свіжовідібраних донних відкладів після їхнього центрифугування у поліпропіленових конічних пробірках зі швидкістю 5000 об./хв. протягом 15 хв. Рідину, що утворилась над осадам, відбирали і фільтрували через мембранний фільтр «Fioroni» (КНР) з діаметром пор 0,45 мкм. Якщо отриманий фільтрат був непрозорий, це означало, що в ньому містяться колоїдні частинки, які необхідно вилучати. Тому виникала необхідність послідовного пропускання такого фільтрату через мембранні фільтри з меншим діаметром пор (0,23 і 0,17 мкм відповідно) для отримання прозорої рідини.

Концентрацію алюмінію і феруму визначали фотометричним методом з використанням відповідно хромазуолу S і о-фенантроліну (Аналітична хімія..., 2007; Савранский, Наджафова, 1992), мангану – хемілюмінесцентним методом (Набиванец и др., 1981).

Вміст у воді неорганічних форм азоту і фосфору визначали фотометричними методиками. Для визначення амонійного азоту використовували сегнетову сіль з реактивом Несслера, нітритів – реактив Грісса,

нітратів – саліцилат натрію, а неорганічного фосфору – амоній молібдат з аскорбіною кислотою (Аналітична хімія..., 2007). Кольоровість води визначали фотометричним методом з використанням імітаційної дихроматно-кобальтової шкали (Аналітична хімія..., 2007). Концентрацію легко окиснюваних РОР встановлювали за результатами визначення перманганатної окиснюваності води, а загальний вміст РОР – біхроматної окиснюваності (Аналітична хімія..., 2007).

Хімічне споживання кисню (ХСК) з використанням різних окиснювачів (KMnO_4 та $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) визначали за загальновідомими методиками (Аналітична хімія..., 2007). Перший з показників (перманганатна окиснюваність, або ХСК_{Mn}) опосередковано вказує на вміст легкоокиснюваних органічних речовин, а другий (дихроматна окиснюваність, або ХСК_{Cr}) – на загальну концентрацію РОР. Вміст розчиненого вуглецю органічних сполук ($\text{C}_{\text{орг}}$) розраховували за формулою $\text{C}_{\text{орг}}=0,375 \times \text{ХСК}_{\text{Cr}}$. Вміст ГР визначали за градувальним графіком «Кольоровість води, $^{\circ}\text{Cr-Co}$ -шкали – концентрація ГР, мг/дм³». Кольоровість води як непряму характеристику вмісту ГР у воді поверхневих водних об'єктів вимірювали за допомогою імітаційної дихроматно-кобальтової шкали (Аналітична хімія..., 2007). Для побудови градувального графіка використовували препарати фульвокислот і гумінових кислот, які були отримані з води Канівського водосховища.

Відбір та підготовку проб води для подальшого визначення вмісту нафтопродуктів здійснювали відповідно до чинних рекомендацій (Інструкція..., 2016). Проби відбирали з поверхневого шару води (0,2–0,3 м), уникаючи потрапляння поверхневої плівки нафтопродуктів, після чого фільтрували через фільтрувальний папір для видалення механічних домішок. Масову концентрацію розчиненої фракції нафтопродуктів у воді визначали флуориметричним методом із застосуванням аналізатора рідини «Флюорат-02-3М». Методика ґрунтується на екстракції нафтопродуктів із води або донних відкладів гексаном з подальшим вимірюванням інтенсивності флуоресценції отриманого гексанового екстракту (Gorbatiuk et al., 2021).

Відповідно до ДСТУ 4808:2007, якість води класифікується за чотирма класами: I – «відмінна», II – «добра», III – «задовільна» та IV – «обмежено придатна» (ДСТУ 4808:2007). Згідно з методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод, вода поділяється на п'ять класів залежно від рівня її забруднення: I – «дуже чиста», II – «чиста», III – «забруднена», IV – «брудна» та V – «дуже брудна». У випадку, коли за певним гідрохімічним показником вода належить до III–V класу, водний об'єкт вважається таким, що потребує впровадження природоохоронних заходів з метою відновлення його самоочисної здатності та покращення якості води (Методика..., 1998).

3.2 Гідрохімічний режим

Розчинений кисень належить до ключових гідрохімічних показників, від вмісту якого залежить самоочисна здатність водного середовища будь-якого водного об'єкту. Він також визначає придатність води для функціонування оксифільних гідробіонтів, які чутливі до дефіциту розчинного кисню. За дефіциту розчинного кисню, коли його концентрація нижче $4,0 \text{ мг/дм}^3$ у водному середовищі починають домінувати процеси самозабруднення над самоочищенням. Тому такі водні об'єкти без застосування заходів оздоровлення будуть зазнавати подальших деструктивних процесів, що позначиться на погіршенні якості води і відповідно умов існування гідробіонтів.

Якщо брати до уваги методику екологічної оцінки якості поверхневих вод, то вміст розчиненого кисню для водних об'єктів з II класом якості води («чиста») повинен перевищувати 7 мг/дм^3 . Під час експедиційного виїзду на досліджуваній ділянці р. Тяжилівка концентрація розчиненого кисню змінювалась в межах $3,2\text{--}5,3 \text{ мг/дм}^3$ та в більшості випадків не перевищувала $3,5 \text{ мг/дм}^3$ (табл. 3.1). При цьому насичення води розчиненим киснем змінювалось в межах $33,5\text{--}57,0\%$. Таким чином, зазначена ділянка р. Тяжилівка характеризується відчутним дефіцитом розчиненого кисню, що свідчить про значний антропогенний вплив на водне середовище. З іншого боку на зазначеній ділянці річки процеси самоочищення не активні, а річка потребує покращення кисневого режиму.

Таблиця 3.1. Температура, рН води, вміст розчиненого кисню, завислих речовин у воді р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Станції відбору	Шар води, м	t _{води} , °С	Завислі речовини			рН	O ₂	
			Мінеральні		Всього, мг/дм ³		мг/дм ³	%
			мг/дм ³	%				
0	0,5	18,2	0	0	2,9	7,56	3,3	37,5
1	0,5	17,7	0,85	23,0	3,7	7,50	3,5	38,8
3	0,5	17,7	1,39	40,9	3,4	7,47	3,4	36,0
4	0,5	17,7	0,45	25,0	1,8	7,51	3,2	33,5
5	0,5	17,5	0,82	15,2	5,4	7,52	5,3	57,0
II клас якості води («чиста»)	–	–	–	–	<20	6,5–8,0	>7	80–120

Величина рН води змінювалась в межах 7,47–7,56 (див. табл. 3.1). Невисокі величини рН води, а саме нижче 8,0 свідчить про відсутність фотосинтетичної активності фітопланктону і опосередковано про дефіцит розчинного кисню.

Вміст завислих речовин становив 1,8–5,4 мг/дм³, а вміст завислих речовин мінеральної природи змінювався в межах від 0 до 1,39 мг/дм³ (див. табл. 3.1). Вміст завислих речовин був не дуже високий, а в їхньому складі домінувала органічна складова, а частка завислих речовин мінеральної природи не перевищувала 40,9 %, досягаючи максимальних величин на ст. 3.

Іонний склад води та її мінералізація належать до найбільш консервативних гідрохімічних показників, тобто, які мало змінюються протягом тривалого часу і можуть зазнавати лише деяких сезонних змін. Як правило, для поверхневих водних об'єктів цього регіону характерні води гідрокарбонатного класу, групи кальцію, другого типу $\cdot C_{II}^{Ca}$. Натомість, на досліджуваній ділянці річки спостерігається зміна іонного складу за рахунок зростання вмісту хлоридів і іонів натрію, що, в свою чергу, призвело до зміни класу і типу води на хлоридно-гідрокарбонатний і гідрокарбонатно-хлоридний клас, групи кальцію, третього типу $\cdot C_{III}^{Ca}$ і $\cdot CCl_{III}^{Ca}$ (табл. 3.2). Мінералізація води змінювалась в межах 804,4–863,2 мг/дм³. Таким чином, на досліджуваній ділянці річки спостерігається додаткове надходження до води іонів натрію і хлоридів. Як правило, така зміна іонного складу характерна для більшості антропогенно

змінених водних об'єктів і досліджувана ділянка р. Тяжилівка не є виключенням. Зазначенні іони надходять з водозбору, тобто зі скидом зливових і особливо недостатньо очищених стічних вод.

Таблиця 3.2. Вміст головних іонів (мг/дм³) у воді р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Станції	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Σ _{іонів} ,	Клас, група і тип води
0	3,2	92,4	153,8	4,0	343,2	200,7	39,5	836,7	•ClC _{III} ^{Ca} •
1	3,5	81,9	160,5	10,8	350,9	211,1	41,0	859,7	•ClC _{III} ^{Ca} •
3	3,6	72,6	155,9	20,9	351,0	217,8	41,4	863,2	•ClC _{III} ^{Ca} •
4	3,5	75,5	157,6	16,2	363,1	218,6	22,3	856,8	•ClC _{III} ^{Ca} •
5	3,5	63,3	153,8	13,7	365,3	189,4	15,4	804,4	•CCl _{III} ^{Ca} •

Підвищений вміст іонів натрію і хлоридів не було зумовлено ґрунтовим живленням річки, оскільки їхній вміст у поровому розчині співставний з їхнім вмістом у воді. Водночас, мінералізація порової води була вища (1459–1776 мг/дм³) за рахунок гідрокарбонатів, сульфатів і іонів кальцію (табл. 3.3). За іонним складом порова вода відносилась до гідрокарбонатного класу, групи кальцію, другого типу •C_{II}^{Ca}•. Отже, виходячи з отриманих результатів досліджень, можна з впевненістю стверджувати що зміна іонного складу води обумовлена антропогенною діяльністю і надходженням зазначених іонів з водозбірної площі.

Таблиця 3.3. Вміст головних іонів (мг/дм³) у поровій воді донних відкладів р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Станції	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Σ _{іонів}	Клас, група і тип води
0	12,2	70,6	280,1	46,2	825,0	97,9	234,4	1566,4	•C _{II} ^{Ca} •
1	12,7	80,9	301,4	42,3	635,5	107,9	427,8	1608,5	•CS _{II} ^{Ca} •
3	16,1	74,2	259,3	38,3	769,1	113,5	188,6	1459,1	•C _{II} ^{Ca} •
4	18,4	85,3	289,4	61,6	1049,8	113,3	158,1	1775,9	•C _{II} ^{Ca} •
5	14,8	87,8	291,5	47,0	969,8	197,2	55,7	1663,8	•C _{III} ^{Ca} •

Біогенні речовини вкрай необхідні для функціонування вищої водної рослинності і фітопланктону, але за надмірного їхнього вмісту відбувається інтенсивний розвиток фітопланктону або «цвітіння» води. Це призводить до втрати рекреаційних властивостей водного об'єкту і забруднення води органічними речовинами внаслідок їхнього пожиттєвого виділенням рослинними організмами так і після їхнього відмирання.

Слід зазначити, що на досліджуваній ділянці річки забруднення води сполуками неорганічного азоту і фосфору спостерігалось з ст. 1 і вниз за течією (табл. 3.4). Серед неорганічних форм азоту домінували нітрат-іони, частка яких змінювалась в межах 68,8–96,1%. Загалом концентрація неорганічного азоту і фосфору змінювалась в межах 0,400–4,618 мг N/дм³ і 0,044–1,794 мг P/дм³. У воді спостерігаються високі концентрації не лише нітрат-іонів, а також нітрит-іонів. Згідно методики екологічної оцінки якості поверхневих вод вода на станціях 1–5 за вмістом нітрит- і нітрат-іонів належала до V класу якості («дуже брудна»), а згідно ДСТУ 4808:2007 до IV класу якості («обмежено придатна»). За вмістом неорганічного фосфору, вода на станціях 1–5 також належала до V класу якості («дуже брудна»), а згідно ДСТУ 4808:2007 до IV класу якості («обмежено придатна»).

Таблиця 3.4. Вміст амонійного азоту (NH₄⁺), нітрит-іонів (NO₂⁻) і нітрат-іонів (NO₃⁻), неорганічного азоту (N_{неорг}) і неорганічного фосфору (P_{неорг}) у воді р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Станції відбору	NH ₄ ⁺ , мг N/дм ³	%, N _{неорг}	NO ₂ ⁻ , мг N/дм ³	%, N _{неорг}	NO ₃ ⁻ , мг N/дм ³	%, N _{неорг}	N _{неорг} , мг N/дм ³	P _{неорг} , мг P/дм ³
0	0,057	14,3	0,068	17,0	0,275	68,8	0,400	0,044
1	0,409	12,3	0,336	10,1	2,591	77,7	3,336	1,573
3	0,041	1,2	0,201	5,8	3,227	93,0	3,469	0,662
4	0,028	1,1	0,200	7,9	2,304	91,0	2,532	1,794
5	0,050	1,1	0,131	2,8	4,437	96,1	4,618	1,483
II клас якості води «чиста»	<0,300	–	<0,010	–	<0,500	–	<0,810	<0,050

За цими показниками вода на ст. 0 належала до II–IV класу якості згідно методики екологічної оцінки якості поверхневих вод.

В даному випадку до джерел забруднення води біогенними речовинами належать зливові і стічні води, які потрапляють у річку після ст. 0, або в межах ст. 1. Водночас, донні відклади можуть бути джерелом вторинного забруднення води біогенними сполуками, але не основним в даному випадку, оскільки забруднення відбувається за рахунок надходження біогенних сполук з водозбірної площі. Це підтверджується тим, що в донних відкладах високі концентрації амонійного азоту, а не нітрат-іонів, а також в донних відкладах вміст неорганічного фосфору значно нижчий, ніж у воді (табл. 3.4–3.5). За таких умов біогенні речовини, навпаки, будуть депонуватися в донних відкладах і за сприятливих умов знову надходити до водного середовища.

До важливих гідрохімічних показників також належать хімічне споживання кисню з використанням дихромату калію ХСК_{Cr} і перманганату калію ХСК_{Mn}. За першим показником можна розрахувати загальний вміст розчинних органічних речовин (РОР), а за другим – вміст легкоокиснюваних РОР. Високі величини ХСК_{Cr} і ХСК_{Mn} спостерігаються у водних об'єктах, що зазнають відчутного антропогенного впливу внаслідок забруднення господарсько-побутовими стоками і будуть вказувати на евтрофування водного середовища.

Таблиця 3.5. Вміст амонійного азоту (NH₄⁺), нітрит-іонів (NO₂⁻) і нітрат-іонів (NO₃⁻), неорганічного азоту (N_{неорг}) і неорганічного фосфору (P_{неорг}) у поровій воді донних відкладів р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Станції відбору	NH ₄ ⁺ , мг N/дм ³	%, N _{неорг}	NO ₂ ⁻ , мг N/дм ³	%, N _{неорг}	NO ₃ ⁻ , мг N/дм ³	%, N _{неорг}	N _{неорг} , мг N/дм ³	P _{неорг} , мг P/дм ³
0	3,340	69,7	0,090	1,9	1,360	28,4	4,790	0,147
1	3,806	89,4	0,000	0,0	0,450	10,6	4,256	0,159
3	5,370	83,8	0,090	1,4	0,951	14,8	6,411	0,415
4	6,050	85,6	0,144	2,0	0,874	12,4	7,068	0,134
5	4,860	71,6	0,132	1,9	1,800	26,5	6,792	0,147

Величини ХСК_{Мп} і ХСК_{Сг} на досліджуваній ділянці р. Тяжилівка зазнавали просторових змін, знижуючись вниз за течією відповідно з 11,4 до 8,1 мг О/дм³ та з 66,4 до 20,8 мг О/дм³ (табл. 2.6). Це вказує на поступове розбавлення забруднених вод. За всією досліджуваною ділянкою спостерігається рівномірне забруднення нафтопродуктами, концентрація яких змінювалась в межах 0,068–0,079 мг/дм³. Цікавим явищем є зростання вмісту і частки гумусових речовин (ГР) від ст. 0 і вниз за течією. Водночас, вміст і частка інших органічних речовин, навпаки, знижується (див. табл. 3.6). Таким чином, джерело забруднення РОР знаходиться в межах ст. 0. Згідно методики екологічної оцінки якості поверхневих вод вода на досліджуваній ділянці річки за показником ХСК_{Мп} і ХСК_{Сг} належала відповідно до III класу якості («забруднена») і II–V класу якості («чиста» – «дуже брудна»).

Таблиця 3.6. Величини хімічного споживання кисню (ХСК), кольоровості води, нафтопродуктів (НП) і розчинних органічних речовин (РОР) у воді р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Станції відбору	ХСК _{Мп}	ХСК _{Сг}	Кольоровість, °Сг-Со-шкали	НП, мг/дм ³	Вміст РОР, мг/дм ³				
	мг О/дм ³				ГР	%	Інші РОР	%	Всього
0	11,4	66,4	4,4	0,079	2,5	5,0	47,3	95,0	49,8
1	10,3	42,5	10,7	0,073	7,0	22,0	24,8	78,0	31,9
3	10,8	47,6	9,8	0,077	6,4	17,9	29,3	82,1	35,7
4	9,5	25,1	11,6	0,068	7,7	40,8	11,1	59,2	18,8
5	8,1	20,8	10,7	0,071	7,0	45,0	8,6	55,0	15,6
II клас якості води «чиста»	<8	<25	–	<0,05	–	–	–	–	–

Водночас, у поровому розчині донних відкладів вміст РОР, навпаки, зростає вниз за течією, що підтверджує зниження РОР у воді не за рахунок розбавлення, а їхнього осадження і депонування в донних відкладах (табл. 3.7).

На досліджуваній ділянці річки також спостерігається забруднення манганом і в деякій мірі залізом. Вміст цих металів змінювався в межах відповідно 66,7–1833 і 166–257 мкг/дм³ (табл. 3.8).

Таблиця 3.7. Величини хімічного споживання кисню (ХСК), кольоровості води і розчинних органічних речовин (РОР) у поровій воді донних відкладів р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Станції відбору	ХСК _{Mn}	ХСК _{Cr}	Кольоровість, °Cr-Co-шкали	Вміст РОР, мг/дм ³				
	мг О/дм ³			ГР	%	Інші РОР	%	Всього
0	89,0	100,2	52,1	36,9	49,1	38,2	50,9	75,2
1	69,8	78,0	41,3	29,1	49,8	29,4	50,2	58,5
3	138,4	147,4	75,5	53,8	48,7	56,7	51,3	110,6
4	161,0	271,0	79,1	56,4	27,8	146,8	72,2	203,3
5	201,0	282,0	86,3	61,6	29,1	149,9	70,9	211,5

Таблиця 3.8. Концентрація розчинного Al, Fe і Mn у воді р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Станції відбору	Шар води, м	Al _{розч} , мкг/дм ³	Fe _{розч} , мкг/дм ³	Mn _{розч} , мкг/дм ³
0	0,5	34,9	257,0	1833,0
1	0,5	38,5	250,0	258,6
3	0,5	34,3	166,0	66,7
4	0,5	36,1	185,5	100,0
5	0,5	49,5	218,0	86,7
II клас якості води «чиста»	–	<36	<100	<50

Високий вміст досліджуваних металів спостерігався в поровому розчині донних відкладів, що вказує на можливість їхнього надходження з донних відкладів, а з іншої сторони на те, що донні відклади депонують ці метали з води внаслідок їхнього поступового осадження вниз за течією. Це підтверджується тим, що найбільших їхній вміст спостерігається на ст. 5, тоді як у воді навпаки на ст. 0 (табл. 3.8 і 3.9).

Високий вміст мангану у твердій фазі донних відкладів спостерігався на ст. 0, 4 і 5, де його вміст перевищував кларк в ґрунтах (0,73 мг/г) і становив 0,8, 0,9 і 0,9 мг/г. Для заліза і алюмінію перевищення кларків не спостерігалось. Кларк в ґрунтах для цих металів становить відповідно 22,3 і 38,2 мг/г донних

відкладів. Вміст заліза і алюмінію в твердій фазі донних відкладів на досліджуваних станціях відбору становив 1,5–3,4 мг/г і 2,2–6,5 мг/г. Таким чином, тверда фаза зазнає забруднення сполуками мангану, який депонується в них внаслідок осадження з води.

Таблиця 3.9. Концентрація розчинного Al, Fe і Mn у поровій воді донних відкладів р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Станції відбору	Al _{розч} , мкг/дм ³	Fe _{розч} , мкг/дм ³	Mn _{розч} , мкг/дм ³
0	254,4	1530	7516
1	378,7	1920	2585
3	745,4	4230	2000
4	639,0	2440	17332
5	1154,0	4590	22548

4 ГІДРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

4.1 Методи гідробіологічних досліджень

Визначення поширення макрофітів (вищої водної рослинності і нитчастих водоростей) та прибережної рослинності виконували шляхом візуального обстеження на усіх станціях досліджень на трьох відрізках довжиною по 30 м – один відрізок біля основного створу станції і прилеглі до нього відрізки вище та нижче за течією. На ст. 3, яка характеризується найбільшим поширенням макрофітів, встановлено показники їх проективного покриття і вологої біомаси. Для оцінки метафітону була відібрана проба нитчастих водоростей. Ідентифікацію водоростей метафітону проводили на світловому мікроскопі Carl Zeiss Axiovert 35.

Для дослідження фітопланктону відбирали проби води об'ємом 0,5 л. Після відстоювання об'єм проби за допомогою сифону доводили до 50 дм³ і обробляли в камері Нажотта під мікроскопом. Відбір здійснювали з поверхневого горизонту. Назви та систематична приналежність таксонів фітопланктону надані згідно Algaebase database (Guiry, Guiry, 2025). Індикаторні характеристики місця мешкання фітопланктону визначали за (Barinova et al., 2019).

Проби зоопланктону відбирали методом проціджування 50 л води через планктонну сітку Апштейна (розмір вічка 72 мкм) практично з усієї товщі потоку, оскільки глибини річки на досліджених станціях складали 0,1–0,2 м.

Проби зообентосу відбирали за допомогою коробчастого пробовідбірника (БЦР), площею 0,01 м², промивали через млиновий газ (№ 23) і переносили у пластикові банки. На ст. 4 і 5 проведено якісний відбір організмів методом уловлювання дрефту для оцінки таксономічного складу.

Проби зооперифітону відбирали на станціях 1 і 3 з кам'яного субстрату на глибині 0,1 м.

Усі проби фіксували 40%-ним формальдегідом та обробляли за стандартними методами (Методи..., 2006). У лабораторії проби розбирали та ідентифікували до таксонів різного рівня з використанням оптичної техніки.

Визначення таксономічного складу гідробіонтів проводили до найнижчого таксона, який можна було ідентифікувати за даних умов (НІТ).

Домінантом вважали таксони гідробіонтів, частка яких у показниках рясності була більшою за 50%. До домінуючого комплексу відносили таксони, сумарна частка яких складала 50% і більше.

Для визначення подібності таксономічного складу застосовували коефіцієнт Серенсена (Песенко, 1982). Індекс різноманітності Шеннона обчислювали за чисельністю та біомасою (Методи..., 2006). Також розраховували таксономічну різноманітність (індекс Шеннона) – як різноманітність кількості НІТ у групах. Оцінку якості води та рівня органічного забруднення за кількісними характеристиками гідробіонтів здійснювали відповідно до нормативів (Методи..., 2006).

4.2 Прибережна рослинність, макрофіти, метафітон

Прибережна рослинність. Ділянка дослідження розташована на урбанізованій території, де природний рослинний покрив заплави річки зазнав значних змін. За даними ботанічних досліджень, проведених у 2025 р., в прибережній зоні визначено 104 види рослин, серед яких 22 – інвазійні. На різноманіття і поширення рослинності тут вплинули особливості забудови прилеглої до річки території і характер антропогенної діяльності. Важливим чинником впливу на прибережну рослинність є можливість доступу людини до річки. Так, у верхній частині досліджуваної ділянки (до ст. 3) є місця, де з правого берега підхід до урізу річки неможливий через огорожені парканом приватні домогосподарства, а з лівого берега він обмежений через штучне укріплення і підняття берега та забудову. Під час наших обстежень встановлено, що деякі відрізки річки дуже затінені через формування заростей кущів і дерев, зокрема інвазійного ясеня пенсильванського та клену ясенелистого. Це може бути обмежувальним фактором для розвитку в річці фітопланктону і вищої водної рослинності. Також на прибережних територіях відмічено поширення дикого винограду чіпкого, який пригнічує ріст багатьох інших рослин.

Макрофіти. По довжині усїєї ділянки дослідження в р. Тяжилівка було зареєстровано 8 видів гідро-, гело- та геломезофітів (табл. 4.1), серед яких лише 2 види гідрофітів (занурених рослин) – рдесник гребінчастий (*Stuckenia pectinata*) і кушир занурений (*Ceratophyllum demersum*). При цьому кушир зустрічався одиничними екземплярами, а рдесник почасти утворював значні площі заростей. Наприклад, на середньому відрізку ст. 3 (рис. 4.1) його проєктивне покриття становило близько 60%, а волога маса – біля 7,68 кг/м².

Таблиця 4.1. Макрофіти на ділянках обстеження річки Тяжилівка

Екологічна група, вид	Станції				
	0	1	3	4	5
Гідрофіти, що вільно плавають у товщі води					
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.			+		+(5')
Занурені укорінені гідрофіти					
<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Vöerner		+	++	+(4')	
Гідрогелофіти					
<i>Callitriche palustris</i>			+(3'')	+	
<i>Carex pendula</i>			++(3')		
Осокові (<i>Carex</i>)			+	+	+
Нитчасті водорості (<i>Cladophora fracta</i> Kützing)	+		++	++	+
Гело-, гідро- та мезофіти					
<i>Bidens frondosa</i>		+	++		
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.					+
<i>Lythrum salicaria</i>				+	

Примітки: +, ++ – ступінь поширення; ' – нижче за течією від основного створу станції, '' – вище за течією.

Варто відмітити, що саме ст. 3 вирізняється найбільшим біорізноманіттям макрофітів – тут зустрічаються усі зафіксовані види. Зокрема, на цій станції та вище за течією є доволі значні за щільністю і площею зарості осокових (на окремих відрізках проєктивне покриття сягало 40%), зокрема *Carex pendula* (рис. 4.2), що може бути пов'язано як з природними умовами в руслі (тут річка робить вигин і глибина під правим берегом збільшується до 0,5–0,6 м, а вздовж лівого утворює плесо, яке заросло), так із відсутністю значного затінення прибережною рослинністю. Тільки на даній станції на незатіненій ділянці відмічена наявність *Callitriche palustris* (рис. 4.2).



Рис. 4.1. Поширення рдесника гребінчастого і нитчастих водоростей на ст. 3.



Рис. 4.2. Видове багатство макрофітів на ст. 3: ліворуч – зарості осоки звичайної (*Carex pendula*); праворуч – виринниця болотяна (*Callitriche palustris*).

Поява цих макрофітів на станції є індикатором помірної трофності, так як виринниця не витримує гіпертрофних умов, але водночас надає перевагу помірному насиченню біогенними речовинами. Також її наявність підкреслює відносну стабільність водного режиму та зниження швидкості течії на ділянці. Але водночас її появі могла сприяти наявність мертвої деревини, яка сформувала захищені від коливань рівня і течії умови. А ще це показник початкової стадії відновлення прибережної зони. До речі, саме на цій ділянці в останні роки прибережну зону дещо відновили, зокрема прибравши декілька гаражів.

Варто відмітити відсутність на дослідженій ділянці річки макрофітів з плаваючим листям, що може бути показником впливу імпульсних скидів і

значного коливання рівня води в річці. Водночас незначне загальне різноманіття макрофітів і відсутність типових гелофітів (повітряно-водної рослинності), таких як очерет (*Phragmites australis*) і рогіз (*Typha* spp.), підкреслюють це припущення, оскільки в активних гідродинамічних умовах вони не можуть сформувати кореневу систему. На це також впливає розчищення русла, яке відбулось декілька років тому біля станцій 0 та 1, а з іншого боку його засмічення на станціях 4, 5.

На більшості досліджених станцій спостерігались нитчасті водорості (табл. 4.1). Наявність цих водоростей у консорції з рдесником (рис. 4.1) на урбанізованій ділянці річки може свідчити про періодичні надходження поживних речовин, ймовірно пов'язані з короткочасними скидами побутових стічних вод. Нитчасті зелені водорості, зокрема *Cladophora*, чутливі до надходжень фосфору й органічних речовин, яке характерне для урбанізованих територій. За відсутності тривалого впливу та достатньої течії вони не утворюють масових матів, а закріплюються серед зануреної рослинності, використовуючи її як субстрат. Таке нестійке, але біологічно помітне збільшення частки нитчастих водоростей є типовим показником урбаністичного впливу без переходу до повномасштабних бентосних «цвітінь».

Метафітон (від грец. *meta* – між, серед та *phyton* – рослина) – це специфічне екологічне угруповання водоростей та дрібних безхребетних організмів, які вільно плавають або зависають у товщі води серед заростей макрофітів (вищих водних рослин та макроскопічних водоростей), але не прикріплюються до них. Основу метафітону складають водорості (нитчасті зелені, діатомові, десмідієві, синьо-зелені), які часто утворюють слизові або ватоподібні скупчення. Разом з водоростями в метафітоні живе величезна кількість дрібних тварин: коловертки, гіллястовусі рачки, личинки комах. Це угруповання відіграє важливу роль у житті водойми, зокрема слугує ідеальним сховищем для молоді риб та зоопланктону і джерелом їжі для багатьох водних організмів, очищує воду поглинаючи біогенні речовини і важкі метали.

У відібраній на ст. 3 пробі (поряд з заростями рдесника гребінчастого) було виявлено масовий розвиток нитчастих зелених водоростей (*Cladophora fracta*

(O.F.Müller ex Vahl) Kützing). Кладофора має розгалужену структуру таломів (ниток), які відриваючись від субстрату спливають, утворюючи щільні, схожі на ватоподібні мати або «хмари» в товщі води.

Кладофора виступає едифікатором (видом, що створює середовище існування) метафітонного угруповання. Густе сплетіння ниток працює як механічний фільтр, затримуючи частинки детриту, мулу та бульбашки кисню (саме завдяки кисню вона спливає на поверхню вдень). Усередині цих клубків створюються ідеальні умови для життя мікроугруповання, де розвиваються діатомові водорості та безхребетні. Личинки комарів (хірономіди), дрібні ракоподібні та черви знаходять тут захист від хижаків і багату кормову базу. Кладофора є надійним індикатором екологічного стану водойми. Її присутність та стан сигналізують про рівень органічного забруднення і наявність біогенних речовин.

В обростанні кладофори було виявлено коконеїс (*Cocconeis placentula* Ehrenberg), та два дрібноклітинні види ціанобактерій з роду осціляторія (*Oscillatoria*), що масово знаходились на поверхні ниток кладофори (рис. 4.3).



Рис.4.3. Поширення *Oscillatoria* на поверхні ниток кладофори (зображення на світловому мікроскопі з різним ступенем збільшення).

Серед ниток кладофори розвивались діатомові водорості *Melosira varians* C.Agardh (рис. 4.4) та *Navicula* sp.

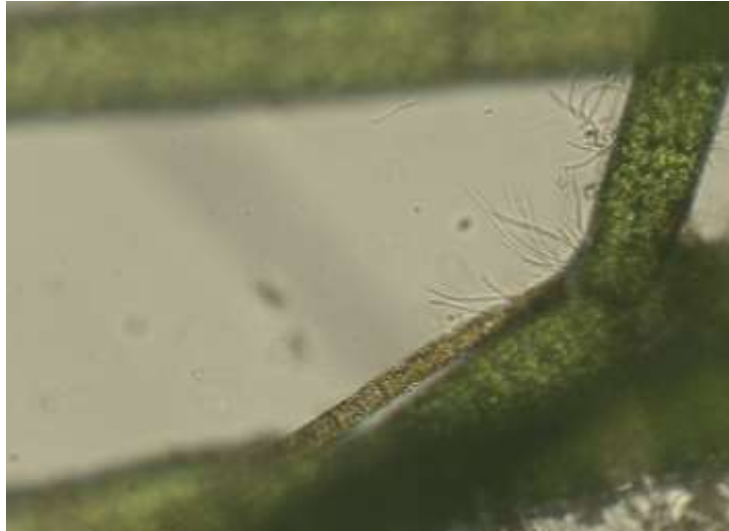


Рис. 4.4. Діатомові водорості серед ниток кладофори.

M. varians – це велика колоніальна діатомея, клітини якої з'єднані в довгі ланцюжки (нитки). Вона переважно бентосна або перифітонна, але часто вимивається течією і стає частиною планктону. Як індикатор сапробності має широкий діапазон толерантності: бета-альфа-мезосапробна зона. Індекс сапробності зазвичай становить 1,8–2,0, що вказує на помірно або значно забруднену воду (III клас якості) (Методи..., 2006). Її масовий розвиток часто спостерігається в річках нижче скидів очисних споруд або в місцях скупчення органіки на дні. Це класичний евтрофний вид, який потребує високих концентрацій поживних речовин. Слід зазначити, що цей вид толерантний до затінення і може розмножуватися навіть у не дуже прозорій воді.

В цілому згідно проведених досліджень метафітону ділянка річки відповідає β -мезосапробній зоні і III класу якості води («помірно забруднена»), тобто вона є високопродуктивною, багатою на органіку та поживні речовини, а також має помірне органічне та потенційне хімічне забруднення.

4.3 Фітопланктон

Склад фітопланктону. У фітопланктоні дослідженої ділянки було знайдено 30 НІТ водоростей з п'яти відділів. Основна роль належала Bacillariophyta (17 НІТ), відділ Chlorophyta налічував вісім НІТ, Euglenophyta – три, Cryptophyta та Ochrophyta по одному НІТ (табл. 4.2).

Таблиця 4.2. Таксономічний склад фітопланктону р Тяжилівка, серпень 2025 р.

НІТ водоростей	ст. 1	ст. 3	ст. 4	ст. 5
Cryptophyta				
<i>Cryptomonas</i> sp.			+	+
Euglenophyta				
<i>Euglenaria anabaena</i> (Mainx) Karnkowska-Ishikawa & E.W.Linton	+			
<i>Lepocinclis acus</i> (O.F.Müller) B.Marin & Melkonian			+	
<i>Lepocinclis fusiformis</i> (H.J.Carter) Lemmermann		+		
Chlorophyta				
<i>Desmodesmus abundans</i> (Kirchner) E.H.Hegewald	+		+	
<i>Lemmermannia tetrapedia</i> (Kirchner) Lemmermann	+			
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	+	+		
<i>Raphidocelis danubiana</i> (Hindák) Marvan, Komárek & Comas	+		+	+
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat				+
<i>Tetradesmus obliquus</i> (Turpin) M.J.Wynne	+	+		
<i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansgirg		+		
<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg			+	
Ochrophyta				
<i>Tetraktis aktinastroides</i> Pascher		+		
Bacillariophyta				
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg			+	+
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann		+		
<i>Cyclotella</i> sp.			+	+
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg		+		
<i>Gomphonella olivacea</i> (Hornemann) Rabenhorst			+	
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>subellipticum</i> Cleve		+	+	+
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow		+		
<i>Navicula</i> sp.			+	
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	+		+	+
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith		+	+	+
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow				+
<i>Nitzschia incurva</i> Grunow			+	
<i>Pinnularia globiceps</i> W.Gregory		+		
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot		+		
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	+	+		+
<i>Tabularia affinis</i> var. <i>acuminata</i> (Grunow) Aboal	+			
<i>Tryblionella angustata</i> var. <i>acuta</i> (Grunow) Bukhtiyarova	+	+	+	
Загалом	10	14	14	10

Багатство НІТ фітопланктону вздовж профілю вивченої ділянки річки розподілялось досить рівномірно (10–14 НІТ на окремих станціях) (табл. 4.2). Проте просторовий розподіл флористичного складу був гетерогенним – значима величина подібності за коефіцієнтом Серенсена (0,58) реєструвалися лише між станціями 4 та 5. Подібність фітопланктону інших станцій змінювалася в межах 0,21–0,33 за коефіцієнтом Серенсена. Слід відмітити, що не було зареєстровано жодного виду, який би зустрічався на всіх станціях.

Відмінності у просторовому розподілі складу фітопланктону між трьома верхніми станціями свідчать про різні характеристики біотопів цієї ділянки (ступінь звивистості русла, рівень затінення, наявність перекриття русла великогабаритним сміттям, скид вод с колектору тощо).

Із всього списку ідентифікованих водоростей, індикаторні характеристики місця мешкання були у 21 НІТ. Найбільше були представлені планктонно-бентосні мешканці (13 НІТ), типово бентосні налічували шість НІТ, типово планктонні – два.

Кількісні характеристики та структура угруповань. Показники чисельності були невисокими і майже не змінювалися вздовж профілю вивченої ділянки річки. Домінантами за чисельністю на всіх станціях були водорості відділів Bacillariophyta та Chlorophyta.

Показники різноманіття за індексом Шеннона та вирівненості за чисельністю відповідали полідомінантній структурі розподілу видів в угрупованні, тобто не було якогось виду з високим рівнем домінування. Діапазон значень біомаси характеризувався більшими коливаннями: різниця між мінімальним і максимальним показниками складала порядок величин.

Домінантні комплекси на всіх станціях включали водорості відділу Bacillariophyta та в нижній частині дослідженої ділянки на ст. 4 додався представник Euglenophyta, а на ст. 5 – Cryptophyta (табл. 4.3). Структура домінування за біомасою у фітопланктоні верхньої частини дослідженої ділянки (ст. 1 і 3) була олігодомінантною (має менш рівномірний розподіл показника між видами в угрупованні), а на двох станціях нижче за течією – полідомінантною.

Таблиця 4.3. Показники кількісного розвитку і структури фітопланктону р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Станції	Чисельність, млн.кл/м ³	Біомаса, мг/дм ³	Різноманіття за чисельністю, біт/екз	Різноманіття за біомасою, біт/мг	Вирівненість за чисельністю	Вирівненість за біомасою	Домінанти за чисельністю	Домінанти за біомасою
1	0,48	0,17	3,04	2,00	0,91	0,60	<i>T. obliquus</i> , <i>Tr. angustata</i> var. <i>acuta</i> , <i>T. affinis</i> var. <i>acuminata</i> , <i>D. abundans</i> , <i>L. tetrapedia</i>	<i>N. cryptocephala</i> , <i>Tr. angustata</i> var. <i>acuta</i>
3	0,45	1,64	3,39	2,21	0,89	0,58	<i>Tr. angustata</i> var. <i>acuta</i> , <i>T. obliquus</i> та інші	<i>Cr. cuspidata</i> , <i>H. amphioxys</i>
4	0,46	0,85	3,57	2,98	0,94	0,78	<i>D. abundans</i> , <i>Tr. angustata</i> var. <i>acuta</i> , <i>C. placentula</i>	<i>L. acus</i> , <i>C. placentula</i> , <i>N. incurva</i>
5	0,33	0,23	3,03	2,65	0,91	0,80	<i>St. hantzschii</i> , <i>R. danubiana</i> , <i>Sc. acuminatus</i>	<i>Cyclotella</i> sp., <i>Cryptomonas</i> sp., <i>C. placentula</i>

Високі значення індексів видового різноманіття (індексу Шеннона) та вирівняності в угрупованнях означає досить високий ступінь їх стійкості до зовнішніх впливів.

Оцінки трофності та якості вод. Загалом кількісний розвиток фітопланктону дослідженої ділянки р. Тяжилівка змінювався в діапазоні «дуже низький» – «нижчий за середній», що відповідало 1–2 класам трофності (оліго- та мезотрофні) води. Біомаса фітопланктону відповідала рівню органічного забруднення в діапазоні від β -олігосапробного до α -олігосапробного. Якість води, визначена за біомасою фітопланктону відповідала категоріям «дуже чисті» – «достатньо чисті» води (табл. 4.4).

Встановлені рівні показників якості, трофності та сапробності, які притаманні «чистим» водам, в даному випадку, на наш погляд, пов'язані із низьким загальним розвитком фітопланктону, який обмежується антропогенним забрудненням води (див. розд. 3), відсутністю біотопів, сприятливих для існування фітопланктону (відсутність меандр, плесів і перекатів), і значним

затіненням русла прибережною рослинністю на окремих відрізках досліджуваної ділянки (див. підрозд. 4.2). Цьому сприяє також винесення фітопланктону з ділянки під час залпових скидів у річку зливових вод.

Таблиця 4.4. Характеристика стану вод дослідженої ділянки р. Тяжилівка за показниками фітопланктону, серпень 2025 р.

Стан-ції	Рівень розвитку за чисельністю	Рівень розвитку за біомасою	Клас трофності за чисельністю	Клас трофності за біомасою	Рівень органічного забруднення за біомасою	Якість води за біомасою
1	Нижчий за середній	Дуже низький	2 мезотрофний	1 оліготрофний	β -олігосапробні	I клас, 1 категорія
3	Нижчий за середній	Нижчий за середній	мезотрофний	мезотрофний	β' -мезосапробні	II клас, 3 категорія
4	Нижчий за середній	Низький	мезотрофний	мезотрофний	α -олігосапробні	I клас, 2 категорія
5	Нижчий за середній	Дуже низький	мезотрофний	оліготрофний	β -олігосапробні	I клас, 1 категорія

Урбанізація території на якій протікає мала річка сприяє порушенням природного режиму стоку, зміні характеру руслових процесів і життєдіяльності водних організмів. Так, на природних неканалізованих ділянках рівнинних річок України склад літнього фітопланктону формується переважно за рахунок зелених водоростей (Chlorophyta) з домінуванням в кількісних показниках представників Chlorophyta, Cyanobacteria та Bacillariophyta (Поліщук та ін., 1978), а не переважно Bacillariophyta, як у випадку р. Тяжилівка.

Наші багаторічні дослідження малої р. Гнилий Ріг (Хмельницька обл.) показали стабільне сильне переважання Bacillariophyta та відсутність Cyanobacteria лише на каналізованій ділянці річки. На природних ділянках в літній період домінували Chlorophyta Bacillariophyta, Cyanobacteria також були присутні (Новосьолова, 2013, Новоселова, Силаєва, 2013). Слід зазначити, що в руслі Гнилого Рогу створено низку ставків і річка протікаючи крізь них збагачується типово планктонними видами водоростей.

4.4 Зоопланктон

Річка Тяжилівка являє собою дуже малий водотік з незначною глибиною і невеликою витратою води. Такі водотоки зазвичай не мають сприятливих умов для розвитку зоопланктону. Окрім еупланктонних організмів, таких як гіллястовусі та веслоногі ракоподібні, тут можуть зустрічатися організми випадкові та меропланктон, тимчасові мешканці, наприклад, личинки хірономід.

На нижній частині ділянки (ст. 5) були відмічені гіллястовусі та веслоногі ракоподібні, а також декілька екземплярів Nematoda (розмір – 0,5 мм), Tubificidae (2 екземпляри, розміром від 4 до 6 мм).

Показники чисельності та біомаси еупланктонних організмів були дуже малі (табл. 4.5).

Таблиця 4.5. Показники зоопланктону на станціях досліджень р. Тяжилівка

№ станції	Таксономічна група	Чисельність, екз/м ³	Біомаса, мг/м ³	Деструкція, Дж/м ³ *год
5	Cladocera	300	9,48	0,15
	Copepoda	80	0,52	0,02
	Всього	380	10,01	0,18
3	Testacea	80	0,05*	0,01*
	Всього	80	0,05	0,01
1	Cladocera	60	1,15	0,02
	Copepoda	160	0,40	0,02
	Всього	220	1,54	0,04

Примітка: * значення орієнтовні, дуже малі.

В нижній частині річки (ст. 5) чисельність організмів еупланктону складала 380 екз/м³, біомаса – 10 мг (0,001 г/м³). Такі показники характеризують зоопланктон як такий, що має «гранично низькі» показники рясності (Методи..., 2006).

В середній частині ділянки річки (ст. 3) зоопланктон практично був відсутній, було знайдено тільки поодинокі екземпляри черепашкових амеб.

У верхній частині дослідженої ділянки (ст. 1) окрім дорослих копепод було відмічено також науплії (80 екз/м³, 0,18 мг/м³). Слід відмітити знахідку *Leptodora*

kindtii Focke, ці гіллястовусі не є характерними для річкових (лотичних) умов, можливо вони потрапили із біотопів з більш повільною течєю. Окрім планктонних організмів були знайдені личинки хірономід, малоцетинкові черви Tubificidae, а також окремі статобласти мохуваток. Очевидно, що останні потрапили у водну товщу за рахунок вимивання з ґрунту та з різних субстратів.

3.5 Зообентос

Дослідження зообентосу проводили на станціях 1, 3, 4, 5 р. Тяжилівка (табл. 4.6). Загалом донні біотопи ділянки складені піском, щебенем різного ступеня замулення (аналіз донних біотопів і відкладів див. розділ 1). Слід відзначити значну кількість різноманітного антропогенного сміття, на ст. 3 донні відклади мали сильний запах гниття та нафтопродуктів.

Таблиця 4.6. Характеристика станцій відбору проб зообентосу на ділянці р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

№ станції	Дата	Площа відбору, м ²	Примітка до характеристики біотопу
1	21.08	0,01	1 БЦР, значне замулення
3	21.08	0,02	2 БЦР, нитчасті водорості
4	20.08	0,01	1 БЦР, є рдесник гребінчастий
5	20.08	0,01	1 БЦР, при візуальному обстеженні відмічено багато Hirudinea, личинок Trichoptera, Asellus

Примітки: t, °C – температура води; S, м² – площа відбору проби; БЦР – коробчастий пробовідбірник.

Таксономічний склад. Загальний список безхребетних бентосу дослідженої ділянки нараховував 22 НІТ з 6 груп (табл. 4.7). Лише у якісних пробах визначено турбеллярій (ст. 4). Найбільшою кількістю НІТ (у власне бентосі) були представлені Tubificidae (8 НІТ) і личинки Chironomidae (6 НІТ), Hirudinea представлені 3 НІТ, дві інші групи (Isopoda, Trichoptera) представлені лише одним видом (рис. 4.5).

Загалом зообентос представлений широко розповсюдженими видами, що в основному мають преференції до мешкання у замулених біотопах. Так,

Peloscolex ferox мешкає на замулених піщаних ґрунтах, добре витримує низьку температуру. *Prodiamesa olivacea* мешкають на мулах стоячих та малопроточних водойм, а певним видам (*Hydropsyche angustipennis*, *Micropsectra praecox*) потрібна наявність течії (реофільні види).

Таблиця 4.7. Таксономічний склад донних безхребетних, р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Таксони	Ст. 1	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5
<i>Turbellaria</i>			*	
Oligochaeta, Tubificidae (малощетинкові черви)				
<i>Peloscolex ferox</i> (Eisen)		+	+	+
<i>Limnodrilus claparedeanus</i> Ratzel			+	
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparede	+	+	+	+
<i>Potamotrix hammoniensis</i> (Michaelsen)			+	+
<i>Psammorictides albicola</i> (Michaelsen)		+		+
<i>Psammorictides barbatus</i> (Grube)	+			
Tubificidae sp. juv. (ювенільні)	+	+	+	+
Tubificidae sp. juv. (ювенільні, з волосними щетинками)	+		+	+
Hirudinea (п'явки)				
<i>Helobdella stagnalis</i> (L.)				+
<i>Erpobdella</i> sp.		+	+	*
<i>Haemopsis sanguisuga</i> (L.)			+	
Isopoda (рівноногі раки)				
<i>Asellus aquaticus</i> L.		+	+	*
Trichoptera (личинки волохокрильців)				
<i>Hydropsyche angustipennis</i> (Curtis)			+	*
Chironomidae (личинки двокрилих, комарів-товкунів)				
<i>Prodiamesa olivacea</i> Mg.				+
<i>Psectrocladius dilatatus</i> van der Wulp			*	
<i>Eukiefferiella</i> sp.		+	*	*
<i>Cricotopus silvestris</i>		+	*	*
<i>Micropsectra praecox</i> (Mg.)		+		*
<i>Paratanytarsus lauterborni</i> (Kieff.)			*	
<i>Chironomus plumosus</i> L.	+			
Chironominae sp. jw.		+		
Всього НІТ	5	10	10 (15)	8 (14)
Всього груп	2	4	4	3

Примітки: + – наявність таксону; * у якісних пробах. В дужках кількість НІТ з врахуванням якісних проб.

Кількість таксонів на окремих станціях була невисокою (5–15 НІТ), найнижчою кількістю НІТ і груп була на ст. 1, що відрізнялась значним замуленням.

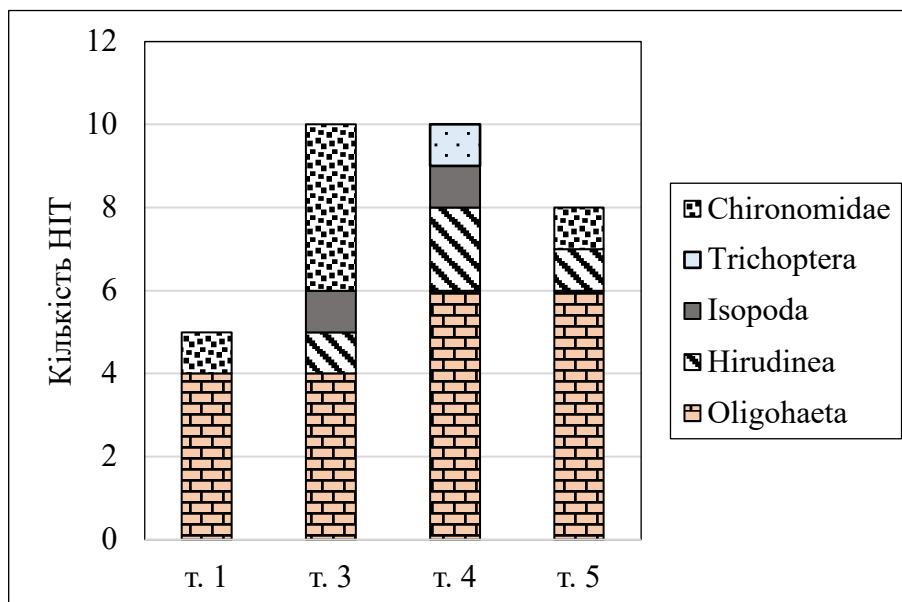


Рис. 4.5. Розподіл кількості таксонів зообентосу по станціях досліджень (кількісні проби), р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Найбільшою частотою трапляння характеризувались *L. hoffmeisteri*, *Tubificidae* sp. juv., *P. ferox*, *Erpobdella* sp., *A. aquaticus*, *Eukiefferiella* sp., *C. silvestris*. Дев'ять НІТ зустрічались лише на одній станції.

Для порівняння можна навести результати дослідження р. Гнилий Ріг (Хмельницька обл.). Хоча річка має трансформоване русло (створені ставки, є каналізована штучно спрямлена ділянка, гирло розширене завдяки будівництву греблі), зообентос у ній був представлений 54 НІТ (2016 р.) (Цыбульский, Силаева, 2017). Зообентос іншої річки – Горині (ділянка с. Колом'є – с. Вільбовне – с. Завізів) нараховував 52 НІТ із 13 груп (Силаєва, 2003). У цих річках безхребетні представлені в основному псамореофільними видами, багато представлені личинки одnodенок, веснянок, волохокрильців, зареєстровані двостулкові і черевоногі молюски.

Іншим прикладом може бути р. Либідь, що протікає у південно-західній частині м. Києва, русло річки спрямлене і взяте у бетонний колектор, природне русло збереглося лише на локальній ділянці. Тут було визначено 25 НІТ з 12 груп безхребетних. Найбільшою кількістю характеризувались *Oligochaeta* і *Chironomidae*, відмічені інші личинки двокрилих: *Diptera*, *Ceratopogoniidae*, *Muscidae*, *Culicidae*, а також *Nematoda*, *Hydrozoa*, *Hirudinea*, *Isopoda* (*Asellus*

aquaticus L.), Bivalvia (род. Cycladidae), Gastropoda (*Physa fontinalis* (L.)). У таксономічному складі відмічені види, що віддають перевагу середовищу, багатому на органічні речовини, та можуть мешкати навіть у стічних водах (Цибульський, Силаєва, 2018). Тобто, таксономічний склад зообентосу р. Тяжилівка бідний, навіть у порівнянні з трансформованою річкою, що протікає в урбанізованих умовах.

Кластерний аналіз (за методом Жаккара) показав низьку подібність таксономічного складу зообентосу (рис. 4.6). Тобто, незважаючи на незначну протяжність дослідженої ділянки, окремі станції за таксономічним складом досить значно відрізнялись, що вказує, зокрема, на біотопічні відмінності.

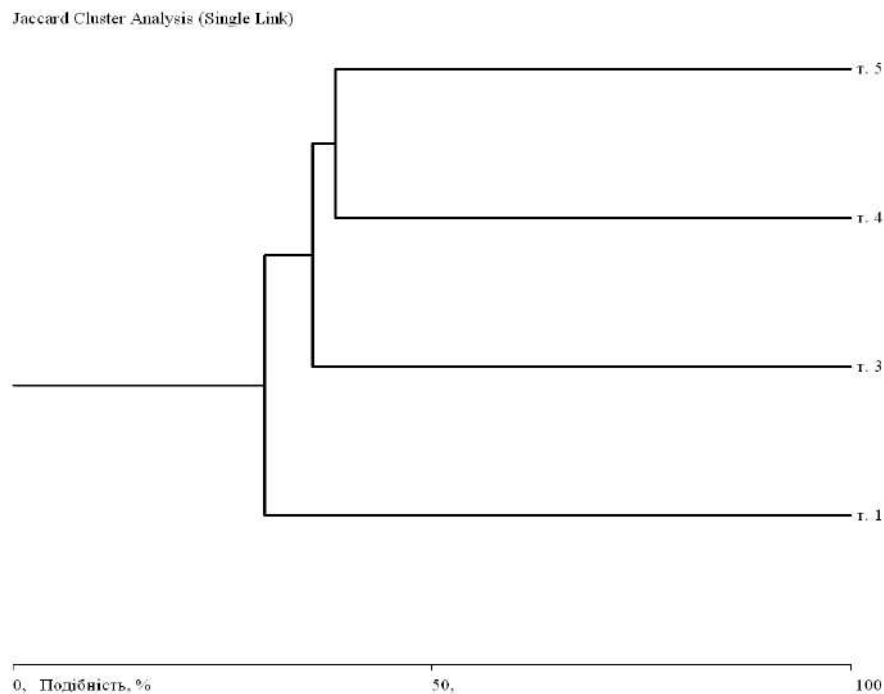


Рис. 4.6. Кластер подібності таксономічного складу зообентосу (власне зообентос), р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Найбільш подібним був склад ст. 4 і 5, в окремий кластер виділилась ст. 1, що відрізнялась біотопічними умовами.

Таксономічна різноманітність була низькою, що залежало від низької кількості НІТ і груп (табл. 4.7).

Кількісні показники зообентосу відрізнялись на різних станціях, найнижчі показники зареєстровано на ст. 3 (див. табл. 4.8).

Таблиця 4.8. Показники кількісного розвитку і структури зообентосу, р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Станція	N	B	$H_{\text{такс}}$	H_N	H_B	Домінанти за чисельністю	Домінанти за біомасою
1	14600	9,96	0,722	1,504	2,025	Tubificidae juv.	Tubificidae juv.+ <i>L.hoffmeisteri</i>
3	2350	4,81	1,753	2,655	1,624	<i>A. aquaticus</i> + Tubificidae juv.	<i>A. aquaticus</i> + <i>Erpobdella</i> sp.
4	13700	22,74	1,571	2,250	2,818	Tubificidae juv.+ <i>L.hoffmeisteri</i>	<i>L.hoffmeisteri</i> + Tubificidae juv. + <i>L.claparedeanus</i>
5	50400	40,21	1,061	2,024	2,453	Tubificidae juv.	Tubificidae juv. + <i>L.hoffmeisteri</i>

Примітки: N – чисельність, екз/м²; B – біомаса, г/м²; $H_{\text{такс}}$ – таксономічна різноманітність, біт/НІТ; H_N – різноманітність за чисельністю, біт/екз; H_B – різноманітність за біомасою, біт/г.

На більшості станцій основну частку у чисельності і біомасі визначали тубіфіциди, виключенням була ст. 3, де переважали водяний вісліюк, тубіфіциди і п'явки. Різноманітність за кількісними показниками була вище, ніж таксономічна (див. табл. 4.8) і відображала більш високу вирівненість значень чисельності і біомаси.

Кількісні показники. Для оцінки кількісного розвитку зообентосу, зокрема з врахуванням настанов ВРД ЄС використали модифіковану таблицю градацій (Екологічний стан..., 2010). Кількісний розвиток зообентосу дослідженої ділянки р. Тяжилівка за чисельністю можна оцінити як «високий – дуже високий», що відповідає політрофному – гіпертрофному класу трофності (табл. 4.9). Виключення становила ст. 3, де рівень розвитку був «середній» (евтрофний клас).

За біомасою «м'якого» зообентосу (за відсутності молюсків) рівень розвитку на всій дослідженій ділянці був «низький – середній» (мезотрофний – евтрофний клас трофності). Розрахувавши середнє арифметичне рангів рівня розвитку за чисельністю і біомасою отримаємо, що на ст. 1 і 3 рівень розвитку був «середнім» (евтрофний клас трофності), а на ст. 4 і 5 – «високим» (політрофний клас трофності).

Таблиця 4.9. Характеристика стану вод дослідженої ділянки р Тяжилівка за показниками зообентосу, серпень 2025 р.

Стан-ції	За чисельністю*		За біомасою «м'якого» зообентосу*		Оцінка сапробності	
	рівень розвитку	клас трофності	рівень розвитку	клас трофності	індекс Пантле – Букка	клас якості
1	високий	політрофний	низький	мезотрофний	3,7	полісапробні
3	середній	евтрофний	низький	мезотрофний	2,8	α'-мезосапробні
4	високий	політрофний	середній	евтрофний	3,4	α''-мезосапробні
5	дуже високий	гіпертрофний	середній	евтрофний	3,5	α''-мезосапробні

Примітка: * за (Екологічний стан..., 2010).

Оцінка якості водного середовища. Розрахунок індексу сапробності (за Пантле – Букком) показав досить високий рівень органічного забруднення (див. табл. 4.10). Слід зазначити, що на ст. 3, яка характеризувалась найнижчими кількісними показниками відмічено найнижче значення індексу сапробності, що дає найкращу оцінку класу якості, так як тут зареєстровано види, що мають низький індивідуальний індекс сапробності. Оцінка трофності за категоріями сапробності більше співпадає з оцінкою трофності за чисельністю зообентосу, але не у всіх випадках.

У літературі неодноразово вказувалось на пріоритет застосування комплексних методів оцінки якості середовища (Протасов та ін., 2020), зокрема це стосується і зообентосу. У даному випадку застосовано метод «Інтегрального індексу екологічного стану» (ІЕС) зі змінами (Шитиков и др., 2003, без врахування гідрохімічних показників). У блоку щодо зообентосу використовується 6 показників. Значення ІЕС менше 2 відповідає стану екологічного лиха, значення у межах 2–3 – екологічної кризи.

За результатами розрахунку на усіх станціях значення індексу ІЕС визначало **стан екологічної кризи** (табл. 4.10).

Таблиця 4.10. Розрахунок «Інтегрального індексу екологічного стану» за організмами зообентосу, р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Абсолютні значення показників	ст. 1	ст. 3	ст. 4	ст. 5
Чисельність, екз/м ²	14600	2350	13700	50400
Біомаса, г/м ²	9,96	4,81	22,74	40,21
Кількість НІТ	5	10	10	8
Індекс Шеннона, біт/екз	1,504	2,655	2,250	2,024
Індекс Вудівісса	2	3	4	2
Індекс Пареле	1	1	1	1
Відповідні ранги				
Чисельність, екз/м ²	4	3	4	4
Біомаса, г/м ²	3	1	4	4
Кількість НІТ	1	2	2	2
Індекс Шеннона, біт/екз	2	3	3	2
Індекс Вудівісса	1	2	3	2
Індекс Пареле	1	1	1	1
Середній ранг	2	2	3	3

3.6 Зооперифітон

Таксономічний склад. Кількість НІТ в р. Тяжилівка була невеликою, загальний список безхребетних перифітону нараховував 12 НІТ з 6 таксономічних груп. Спільними видами, які зустрічалися на обох станціях були *Cricotopus silvestris* Fabr. та *Asellus aquaticus* L. (табл. 4.11).

Таблиця 4.11. Таксономічний склад зооперифітону р. Тяжилівка, серпень 2025 р.

Таксони	ст. 1	ст. 3
<i>Nais</i> sp.	+	
<i>Glossiphonia geteroclita</i> L.	+	
<i>Erpobdella</i> sp.		+
<i>Asellus aquaticus</i> L.	+	+
<i>Hydropsyche angustipennis</i> (Curtis)		+
Trichoptera juv.		+
<i>Cricotopus silvestris</i> Fabr.	+	+
<i>Trissocladius potamophilum</i> (Ts.)		+
<i>Microsectra praecox</i> (Mg.)		+
<i>Chironomus plumosus</i> L.	+	
Chironomidae larvae		+
Ceratopogonidae		+
Загалом	6	9

Примітки: + – наявність таксону; нумерація станцій вниз за течією.

Найбільшою кількістю НІТ у перифітоні були представлені личинки Chironomidae (5 НІТ), Hirudinea та Trichoptera (по 2 НІТ) – рис. 4.7.

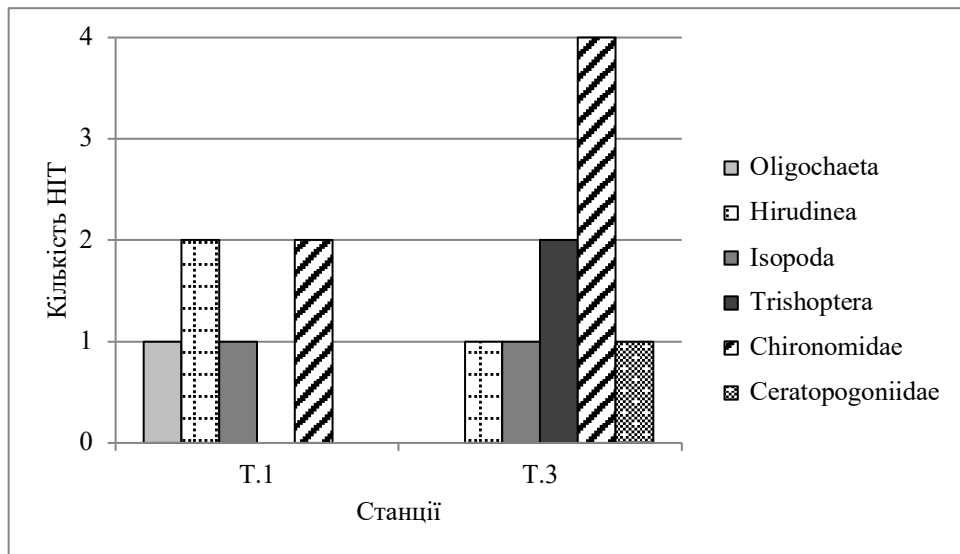


Рис. 4.7. Розподіл кількості таксонів по станціях досліджень р. Тяжилівка.

Кількість видів на ст. 1 становила 6 НІТ з 4 таксономічних груп. Найбільшою представленістю характеризувались личинки хірономід та п'явки (по 2 НІТ). Кількість видів на ст. 3 становила 9 НІТ з 5 таксономічних груп. Найбільшою кількістю НІТ характеризувались личинки хірономід (4 НІТ). На цій точці були відмічені реофільні види (яким потрібна наявність течії) *Hydropsyche angustipennis* Curtis, *Micropsectra praecox* Mg., які не зустрічалися на ст. 1.

Кількісні показники по станціях досліджень були невисокими. Чисельність на ст. 1 була 248 екз/м², біомаса – 1,7 г/м². За чисельністю домінували личинки хірономід *Chironomus plumosus* L. (30,8%) та п'явки *Erpobdella* sp. (23,1%). За біомасою – п'явки *Erpobdella* sp. (93,3%).

Чисельність на ст. 3 була 1471 екз/м², біомаса – 3,5 г/м². За чисельністю домінували *A. aquaticus* (42,6%) та *C. silvestris* (27,8%). За біомасою домінували п'явки *Erpobdella* sp. (45,4%) та *A. aquaticus* (42,3%).

Для порівняння можна навести результати досліджень зооперифітону р. Гнилий Ріг (Хмельницька обл.). В цій річці зооперифітон був представлений 19 НІТ з 7 таксономічних груп (2023 р.), зокрема багато були представлені личинки волохокрильців, зареєстрована дрейсена і черевоногі молюски.

5 ХРАКТЕРИСТИКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ ТА ҐРУНТУ БЕРЕГОВОЇ ЗОНИ ЗА МЕДИКО-САЇТАРНІМИ ПОКАЗНИКАМИ

Лабораторні дослідження проб води р. Тяжилівка та ґрунту берегової зони проводилися у випробувальній і паразитологічній лабораторії Державної установи «Вінницький обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України» (ДУ «Вінницький ОЦКПХ МОЗ) за протоколами цієї установи, яка акредитована Національним агентством з акредитації України на випробування відповідно до ДСТУ EN ISO/EC 17025:2019 (атестат про акредитацію №20832 чинний до 04.04.2029 р.).

Аналіз результатів лабораторних досліджень і оцінку якості води та ґрунту берегової зони р. Тяжилівка виконували к.мед.н. Тарабарова Світлана Борисівна і к.мед.н. Тетенцова Ірина Олександрівна. На розгляд були надані:

- Протоколи випробувань №№ 2576-2591 від 11.08.2025 р. та 2959-2963 від 08.09.2025 р.;

- Результати санітарно-паразитологічного дослідження №139-143 від 06.08.2025 р.

Вивчення ґрунту та якості води р. Тяжилівка проведено в п'яти точках міської забудови (Рис.1):

1. Провулок 1-й Київський, 68 (гаражний кооператив «Маяк»); координати 49,2537550; 28,4883837;

2. Провулок 1-й Київський, 68 (гаражний кооператив «Маяк»); координати 49,252599; 28,4879636;

3. Вул. Нечуя-Левицького, 3; координати 49,242504060; 28,4850778;

4. Провулок 1-й Київський, 4Г; координати 49,2485406; 28,4817365;

5. Вул. Стрілецька, 1; координати 49,2458252; 28,4803226.

Оцінка якості поверхневої води р. Тяжилівка проводилась за медико-санітарними показниками, які включали санітарно-хімічні та санітарно-мікробіологічні показники. Оцінка якості ґрунту берегової зони проводилась за санітарно-хімічними і санітарно-паразитологічними показниками.

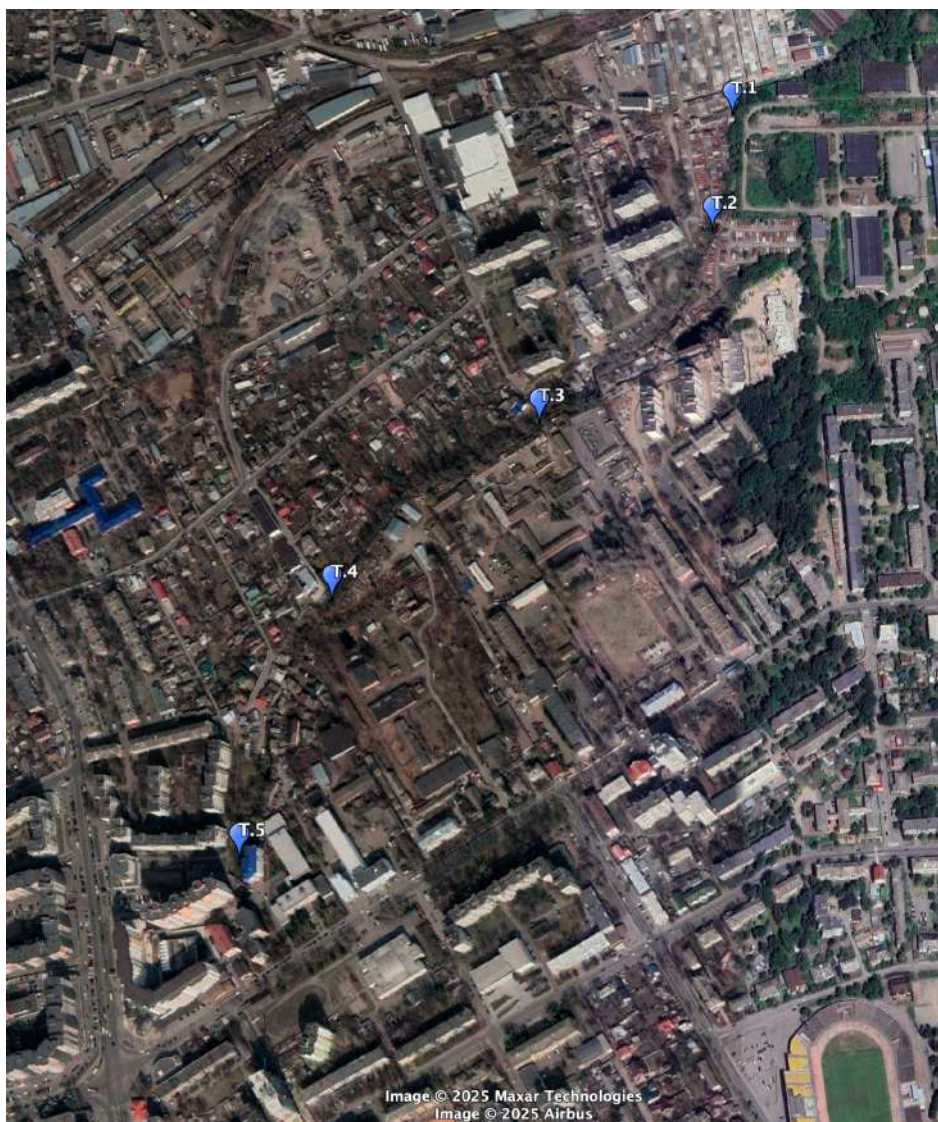


Рис. 5.1. Схема розташування точок відбору проб води р. Тяжилівка

5.1 Характеристика якості води за санітарно-хімічними показниками

Річка Тяжилівка відноситься до малих річок, протікає в межах населеного пункту – м. Вінниця та не використовується для господарсько-питного водопостачання. Якість води р.Тяжилівка оцінювалась як для водойм другої категорії, які використовуються населенням для купання, спорту та відпочинку. Також якість води оцінювалась за класифікацією поверхневих вод згідно таблиці 1 ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання» (далі ДСТУ 4808:2007). Оцінка якості води р. Тяжилівка за санітарно-хімічними показниками представлена в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Характеристика якості води ріки Тяжилівка за санітарно-хімічними показниками

Показник	T.1	T.2	T.3	T.4	T.5	ГН*	Класи якості води**
Запах	2	2	2	2	2	1	1 - <1; 2 - 1-2; 3 - 3-4; 4 - >4
Кольоровість, град	26± 5,2	24± 4,8	26± 5,2	26± 5,2	24± 4,8	-	1 - <20; 2 - 20-80; 3 - 81-120; 4 - >120
Завислі речовини, мг/дм ³	55,0± 31,0	104± 20,8	179± 35,8	116± 23,2	186± 37,2	-	1 - <20; 2 - 20-1500; 3 - 1501-5000; 4 - >5000
Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	1,42± 0,28	1,5± 0,3	1,58± 0,32	1,33± 0,27	1,5± 0,3	>4	1 - >8; 2 - 8-7,1; 3 - 7-5; 4 - <5
БСК _п , мг О ₂ /дм ³	6,34± 1,27	4,5± 0,9	5,5± 1,1	5,5± 1,1	5,68± 1,14	6,0	1 - <1,3; 2 - 1,3-3,0; 3 - 3,1-7; 4 - >7
Перманганатна окиснюваність, мгО ₂ /дм ³	5,68± 1,7	5,52± 1,66	5,76± 1,73	5,68± 1,70	5,2± 1,56	-	1 - <3,0; 2 - 3,0-10,0; 3 - 10,1-15,0; 4 - >15,0
Нітрати, мг/дм ³	11,71± 1,8	10,70± 1,68	11,26± 1,69	7,32± 1,09	13,96± 2,09	45	1 - <0,20; 2 - 0,20-0,50; 3 - 0,51-1,0; 4 - >1,0
Амоній, мг/дм ³	0,28± 0,014	0,29± 0,015	0,31± 0,016	0,22± 0,01	0,20± 0,01	2,0	1 - <0,10; 2 - 0,10-0,30; 3 - 0,31-1,0; 4 - >1,0
pH	7,83± 0,013	7,92± 0,016	7,92± 0,016	7,91± 0,01	7,92± 0,016	6,5- 8,5	1 - 6,9-7,0; 2 - 7,1-7,5; 3 - 6,4- 6,1; 4 - 8,2-8,5; 4 - <6,1; >8,5
Сульфати, мг/дм ³	215,17± 21,52	214,53± 21,45	188,06± 18,81	205,37± 20,54	218,35± 21,83	500	1 - <40; 2 - 40-120; 3 - 121-250; 4 - >250
Хлориди, мг/дм ³	87,0± 13,06	83,0± 12,45	84,0± 12,6	85,0± 12,71	90,0± 13,5	350	1 - <30; 2 - 30-100; 3 - 101-250; 4 - >250
Загальне залізо, мг/дм ³	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,3	1 - <50; 2 - 50-100; 3 - 101-1000; 4 - >1000 мкг/дм ³
Нафтопродукти, мг/дм ³	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,3	1 - <10; 2 - 10-50; 3 - 51-200; 4 - >200 мкг/дм ³
Сухий залишок, мг/дм ³	870,0± 87	898± 68,6	903,0± 90,3	904,0± 90,4	916± 91,6	1000	1 - <400; 2 - 400-650; 3 - 651-1000; 4 - >1000

* ГН – гігієнічний норматив згідно «Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення», затверджених МОЗ України 02.05.2022 № 721 та додатку 11 до Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом МОЗ України від 19.06.96 р. № 173.

** згідно ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання»: 1 клас (зелений колір) – відмінна, бажана якість води; 2 клас (голубий колір) добра, прийнятна якість води; 3 клас (помаранчевий колір) – задовільна, прийнятна якість води; 4 клас (червоний колір) – посередня, обмежено придатна якість води.

Органолептичні показники якості поверхневої води р. Тяжилівка включали запах та кольоровість. Запах води річки в п'яти точках дослідження становив 2 бали, що в 2 рази перевищує гігієнічний норматив (не більше 1 балу) згідно вимог додатку 11 до «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом МОЗ України від 19.06.96 р. № 173 (далі ДСП 173-96).

Згідно ДСТУ 4808:2007 якість води за показником запах відноситься до 2 класу якості поверхневих вод (добра, прийнятна якість води).

Кольоровість води незначно коливалась від 24 град (точки 2 та 5) до 26 град (точки 1, 3, 4) і відрізнялись в 1,1 рази. Величина кольоровості води р. Тяжилівка в усіх досліджуваних пробах відноситься до 2 класу якості поверхневих вод (добра, прийнятна якість води) згідно ДСТУ 4808:2007.

За санітарно-хімічними показниками забруднення та самоочищення водойм (перманганатна окиснюваність, сполуки азоту, розчинений кисень, БСК_п) виявлені порушення вимог санітарного законодавства України. Так, вміст розчиненого кисню в воді річки в період дослідження становив 1,33-1,58 мг О₂/дм³ при гігієнічному нормативі – не менше 4 мг О₂/дм³. Порушення нормативного рівня складало 2,5-3,0 рази. За цим показником вода р. Тяжилівка в межах м. Вінниця відноситься до 4 класу якості поверхневих вод згідно ДСТУ 4808:2007 (посередня, обмежено придатна, небажана якість води).

Як відомо, кисень у воді не тільки збагачує її, але й бере участь у процесі самоочищення, здійснює окислення органічних речовин у воді. Рівень розчиненого кисню 1,33-1,58 мг О₂/дм³ свідчить про наявність у воді органічного забруднення, яке може викликати замор риби.

Рівень БСК_п води р. Тяжилівка мав невеликі коливання, в точках 2, 3, 4, 5 був в 1,1-1,3 рази менший за гігієнічний норматив для водойм 2 категорії (6,0 мг О₂/дм³). Проте в точці 1 величина БСК₅ незначно (на 5,7%) перевищувала цей норматив, що також свідчить про невелике забруднення органічними речовинами. За класифікацією якості поверхневих вод згідно ДСТУ 4808:2007 вода р. Тяжилівка за показником БСК_п в точці 2 відноситься до 3 класу

(задовільна, прийнятна якість води), в точках 1, 3, 4, 5 – до 4 класу (посередня, обмежено придатна, небажана якість води) якості поверхневих вод.

Рівень перманганатної окиснюваності в воді р.Тяжилівка мав близькі значення 5,2-5,76 мг $O_2/дм^3$. Підвищена перманганатна окиснюваність вказує на присутність у воді органічного забруднення, а також на запаси поживних речовин для бактерій та планктону. У воді поверхневих водойм перманганатна окиснюваність становить 5-6 мг $O_2/дм^3$, у річках 5-8 мг $O_2/дм^3$. Отже, у воді р. Тяжилівка в межах м. Вінниця рівень перманганатної окиснюваності відповідає природнім показникам. Невеликі значення кольоровості свідчать, що вода не забруднена гуміновими речовинами (болотні води). За рівнем легкоокиснюваних органічних речовин, визначених за показником перманганатна окиснюваність, вода р.Тяжилівка відноситься до 2 класу якості поверхневих вод – добра, прийнятна якість води.

Величини показників групи азоту (нітрати, азот амонійний) коливалися у допустимих законодавством межах. Так, рівень нітратів в 5 точках дослідження складав 7,32-13,96 мг/дм³ при гігієнічному нормативі 45,0 мг/дм³ згідно «Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення», затверджених МОЗ України 02.05.2022 № 721 (далі ГН 721-22), що від 3,2 до 6,1 разів нижче за норматив. Величина азоту амонійного коливалась від 2,2 до 0,31 мг/дм³, що в 6,5-10,0 разів нижче за гігієнічний рівень. Відомо, що в поверхневих природних водах рівень азоту амонійного становить до 0,1 мг/дм³. Гігієнічний рівень складає 2 мг/дм³ згідно ГН 721-22. За показником азот амонійний, вода р.Тяжилівка відноситься до 2 класу якості поверхневих вод згідно ДСТУ 4808:2007, за вмістом нітратів – до 4 класу.

За показниками мінерального складу води (сухий залишок, хлориди, сульфати, загальне залізо) і водневим показником (рН) якість поверхневих вод р.Тяжилівка знаходилась в межах відповідних гігієнічних нормативів.

Водневий показник мав незначні коливання від 7,83 (точка 1) до 7,92 (точки 2,3,5) і був слаболужний (норматив 6,5-8,5). За цим показником, вода

р.Тяжилівка в усіх досліджуваних пробах відноситься до 2 класу якості поверхневих вод згідно ДСТУ 4808:2007.

Рівень сульфатів на всіх 5 точках досліджень становив 188,06-218,35 мг/дм³, що в 2,3 (точка 5) – 2,7 (точка 3) рази нижче за гігієнічний норматив – 500 мг/дм³ згідно ГН 721-22. За цим показником, вода р.Тяжилівка в усіх досліджуваних пробах відноситься до 3 класу якості поверхневих вод згідно ДСТУ 4808:2007.

Величина хлоридів була на рівні 23,0 (точка 2) – 90,0 (точка 5) мг/дм³ при гігієнічному нормативі 350,0 мг/дм³ згідно ГН 721-22, що в 3,9-4,2 рази нижче нормативу. За цим показником, вода р.Тяжилівка в усіх досліджуваних пробах відноситься до 2 класу якості поверхневих вод згідно ДСТУ 4808:2007.

Вміст загального заліза на усіх досліджених точках до 6 разів був нижчий за ГДК і становив <0,05 мг/дм³. За цим показником, вода р.Тяжилівка відноситься до 1 класу якості поверхневих вод – відмінна, бажана якість води.

Нафтопродукти в усіх пробах дослідження були не визначені (нижче рівня вимірювання), не зважаючи на те, що точки 1 та 2 розташовані біля гаражного кооперативу, що могло вплинути на кількість нафтопродуктів у поверхневій воді. Вірогідно це пов'язано з тим, що проби води були відібрані з певної глибини, тоді як нафтопродукти утворюють плівку на поверхні води. За цим показником, вода р.Тяжилівка в усіх досліджуваних пробах відноситься до 1 класу якості поверхневих вод згідно ДСТУ 4808:2007.

Рівень завислих у воді речовин р.Тяжилівка коливався та складав від 104,0 (на точці 2) до 186 (на точці 5), що в 6,9-12,4 рази вище за допустимий рівень (15 мг/дм³). Такі значення завислих речовин зазвичай можуть бути обумовлені спуском стічних вод у поверхневу водойму вище за течією. За цим показником, вода р.Тяжилівка в усіх досліджуваних пробах відноситься до 4 класу якості поверхневих вод згідно ДСТУ 4808:2007 – посередня, обмежено придатна, небажана якість води.

Цим може бути обумовлена і величина сухого залишку в річковій воді – 870 – 916,6 мг/дм³, яка була близька до гігієнічного нормативу (1000 мг/ дм³) і

відрізнялась від нього в 1,1- 1,2 рази. За цим показником, вода р.Тяжилівка в усіх досліджуваних пробах відноситься до 3 класу якості поверхневих вод згідно ДСТУ 4808:2007.

Таким чином, вода р.Тяжилівка в межах м. Вінниці за санітарно-хімічними показниками, за виключенням розчиненого кисню, запаху та завислих речовин, відповідала природним поверхневим водам, не виходячи за межі гігієнічних нормативів відповідно до додатку 11 ДСП 173-96 та ГН 721-22. Проте рівень БСК_n на точці 1 свідчить про накопичення у воді органічних речовин. За вмістом розчиненого кисню вода р.Тяжилівка є такою, що може викликати замор риб та забруднення навколишнього середовища.

Найбільш чистою за санітарно-хімічними показниками була вода на точці 5, найбільш віддаленій від гаражного кооперативу «Маяк».

За класифікацією якості поверхневих вод (таблиця 1 ДСТУ 4808:2007) якість води р.Тяжилівка можна віднести: за рН, вмістом хлоридів, амонійного азоту, перманганатної окиснюваності, завислими речовинами, запахом, кольоровістю до 2 класу якості поверхневих вод; за вмістом загального заліза та нафтопродуктів – до 1 класу; сульфатів, БСК, сухого залишку – до 3 класу; за вмістом нітратів та розчиненого кисню – до 4 класу якості поверхневих вод.

5.2. Характеристика якості води за санітарно-мікробіологічними показниками

Оцінку якості води р.Тяжилівка в межах м.Вінниця проводили за такими санітарно-мікробіологічними показниками: загальне мікробне число (ЗМЧ), лактозопозитивні кишкові бактерії (ЛКП), фаги кишкової палички (коліфаги), патогенні ентеробактерії. Результати санітарно-мікробіологічної оцінки якості води наведені в таблиці 5.2.

Дослідженнями встановлено, що за показником ЗМЧ фактичний рівень на п'яти точках досліджень коливався від $8,4 \times 10^3$ КУО/см³ (точка 5) до $2,50 \times 10^4$ КУО/см³ (точка 2).

Таблиця 5.2. Характеристика якості води р. Тяжилівка за санітарно-мікробіологічними показниками.

Точки відбору проб	Показники	Фактичне значення	Оцінка згідно вимог ДСТУ 4808:2007	Оцінка згідно вимог додатку №11 до ДСП 173-96
Т.1	ЗМЧ, КУО/см ³	1,9×10 ⁴	4 клас якості	-
	Загальні коліформи, КУО/дм ³ , індекс	24196	3 клас якості	Не відповідає
	Патогенні ентеробактерії (сальмонели, шигели), КУО/дм ³	не виявлено	Відповідає	Відповідає
	Коліфаги, індекс, БУО/дм ³	0	1 клас якості	Відповідає
Т.2	ЗМЧ, КУО/см ³	2,5×10 ⁴	4 клас якості	-
	Загальні коліформи, КУО/дм ³ , індекс	17329	3 клас якості	Не відповідає
	Патогенні ентеробактерії (сальмонели, шигели), КУО/дм ³	не виявлено	Відповідає	Відповідає
	Коліфаги, індекс, БУО/дм ³	0	1 клас якості	Відповідає
Т.3	ЗМЧ, КУО/см ³	8,60×10 ³	3 клас якості	-
	Загальні коліформи, КУО/дм ³ , індекс	17320	3 клас якості	Не відповідає
	Патогенні ентеробактерії (сальмонели, шигели), КУО/дм ³	не виявлено	Відповідає	Відповідає
	Коліфаги, індекс, БУО/дм ³	0	1 клас якості	Відповідає
Т.4	ЗМЧ, КУО/см ³ , КУО/ см ³	8,0×10 ³	3 клас якості	-
	Загальні коліформи, КУО/дм ³ , індекс	24196	3 клас якості	Не відповідає
	Патогенні ентеробактерії (сальмонели, шигели), КУО/дм ³	не виявлено	Відповідає	Відповідає
	Коліфаги, індекс, БУО/дм ³	0	1 клас якості	Відповідає
Т.5	ЗМЧ при 37 ⁰ С, КУО/ см ³	8,4x10 ³	3 клас якості	-
	Індекс ЛКП, КУО/дм ³	19863	3 клас якості	Не відповідає
	Патогенні ентеробактерії (сальмонели, шигели), КУО/дм ³	не виявлено	Відповідає	Відповідає
	Коліфаги, індекс, БУО/дм ³	0	1 клас якості	Відповідає
Нормативні значення				
Показник	Вимоги ДСТУ 4808:2007 за класами якості		Вимоги додатку №11 до ДСП 173-96	
ЗМЧ при 37 ⁰ С, КУО/ см ³	1 - десятки; 2 - сотні; 3 - тисячі; 4 - десятки тисяч		-	
Індекс ЛКП, КУО/дм ³	1 - 100; 2 – 1000; 3-10000; 4 – 50000		<5000	
Патогенні ентеробактерії (сальмонели, шигели), КУО/дм ³	1, 2, 3 – відсутність; 4 – наявність		Відсутність	
Коліфаги, індекс, БУО/дм ³	1 – відсутність; 2 – 10; 3-100; 4 – 1000		<100	

* - 1 клас (зелений колір) – відмінна, бажана якість води; 2 клас (голубий) – добра, прийнятна якість води; 3 клас (помаранчевий) – задовільна, прийнятна якість води; 4 клас (червоний) – посередня, обмежено придатна якість води згідно ДСТУ 4808:2007.

За рівнем ЗМЧ згідно вимог ДСТУ 4808:2007 вода р.Тяжилівка в межах м.Вінниця відноситься до 3-4 класу якості поверхневих вод. В мало забруднених поверхневих водних об'єктах мікробне число не перевищує 1000-1500 КУО/см³. Таким чином, вода р.Тяжилівка містить в собі мікробне забруднення за показником ЗМЧ.

Величина показника ЛКП на усіх точках дослідження становила від 17329 КУО/дм³ в точці 2 до 24196 КУО/дм³ в точках 1 та 4. Згідно вимог додатку 11 до ДСП 173-96 якість води в р.Тяжилівка не відповідає вимогам законодавства (перевищення нормативу в 3,5-4,8 рази) до води водойм 2 категорії.

Патогенні ентеробактерії (сальмонели, шигели) в усіх зразках дослідження були відсутні. За цим показником вода р. Тяжилівка відноситься до 1 класу якості поверхневих вод згідно вимог ДСТУ 4808:2007.

Таким чином, відсутність патогенних ентеробактерій (збудників захворювань) та коліфагів (непрямого показника вірусного забруднення води) при підвищеному рівні ЗМЧ (сапрофітна мікрофлора) та індексу ЛКП (показник фекального забруднення води) свідчить, що вода р. Тяжилівка забруднена органічними речовинами, які є поживними для мікроорганізмів і призводять до їх розмноження.

Вода р. Тяжилівка в межах м.Вінниця на усіх точках дослідження за санітарно-мікробіологічними показниками не відповідає вимогам до водойм 2 категорії (вода поверхневих водойм в межах населеного пункту) згідно додатку 11 до ДСП 173-96. Вода такої якості не може використовуватися для купання, заняття спортом та відпочинку населення.

5.3. Характеристика якості ґрунту берегової зони за санітарно-хімічними показниками

Вивчення якості ґрунту в береговій зоні р.Тяжилівка проведено на п'яти точках досліджень (рис. 5.1). Оцінка якості ґрунту берегової зони за санітарно-хімічними показниками представлена в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3. Характеристика якості ґрунту берегової зони річки Тяжилівка за санітарно-хімічними показниками

Показник	T.1	T.2	T.3	T.4	T.5	ГДК*	Кларк**
pH	7,55± 0,007	7,83± 0,008	7,78± 0,008	7,79± 0,006	7,91± 0,008	-	-
Вологість, %	54,89± 5,49	13,03± 1,3	26,76± 2,7	31,73± 4,28	13,58± 1,36	-	-
Азот аміака, мг/кг	161,25± 24,2	39,09± 5,9	47,06± 7,06	30,83± 4,62	23,63± 3,54	-	-
Азот нітратний, мг/кг	17,38± 4,3	21,70± 5,42	26,13± 6,5	17,12± 4,28	13,12± 3,28	130,0	-
Свинець, мг/кг	35± 7,0	Менше 2,5	40,69± 8,14	45,92± 9,18	24,12± 4,82	32,0	10,0
Нікель, мг/кг	24,86± 4,97	17,0± 3,4	39,32± 7,84	14,44± 2,9	22,38± 4,5	-	40,0
Марганець, мг/кг	182,62± 36,5	99,96± 19,9	148,99± 29,8	120,74± 24,15	160,74 ±32,16	1500	850,0
Кадмій, мг/кг	1,80± 0,36	Менше 1,25	2,25± 0,45	2,54± 0,51	2,53± 0,51	1,5	0,5
Цинк, мг/кг	17,69± 3,54	112,31± 22,5	236,04± 47,2	235,36± 47,1	85,38± 17,08	-	50,0
Мідь, мг/кг	167,54± 33,6	152,55± 30,5	57,45± 11,5	359,76± 71,0	40,51± 8,1	-	20,0

* - гігієнічний норматив згідно «Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті, затверджених Наказом Міністерства охорони здоров'я України 14 липня 2020 року № 1595;

** - кларк (фоновий рівень) у літосфері даної місцевості. (Перельман В.В. Справочник химика. Состав литосферы (до глубины 16 км). М.: Химия, 1951. 559 с.).

Санітарний стан ґрунту вздовж р.Тяжилівка визначали за такими показниками: водневий показник, вологість, азот аміаку, азот нітратний. Важливим показником забруднення ґрунту є вміст в ньому важких металів: свинець, нікель, кадмій, марганець, цинк та мідь. Оцінку рівнів важких металів надавали за вмістом ГДК та величиною кларків (фоновий вміст).

За результатами санітарно-хімічних досліджень водневий показник ґрунту в усіх зразках дослідження мав близькі значення та коливався від 7,55 до 7,99, тобто рН ґрунту був нейтральним.

Вологість ґрунту змінювалась від 13,03% до 54,83%, причому найбільша величина вологості виявлена в точці 1 (54,89%), найменша – в точках 2 (13,03%) та 5 (13,58%).

Вміст азоту аміака (показник свіжого фекального забруднення) значно коливався та в точці 1 становив 161,25 мг/кг, в точці 2 – 39,09 мг/кг, точці 3 – 47,06 мг/ кг, точці 4 – 30,89 мг/кг, точці 5 – 23,03 мг/кг. Найбільше органічне (фекальне) забруднення виявлено на території гаражного кооперативу «Маяк» (провулок Київський, 68). Забруднення азотом аміаку в точках 2, 3, 4, 5 було в 3,4 – 6,8 разів менше, ніж в точці 1.

Діапазон коливання рівня нітратів в ґрунті різних зразків дослідження був значно меншим, ніж азоту аміачного, і складав 13,12-36,13 мг/кг, що було в 5,0-9,9 разів нижче за гігієнічний норматив (130 мг/ кг).

Таким чином, ґрунт прибережної смуги р.Тяжилівка не забруднений органічними речовинами, мав нейтральну реакцію середовища, тільки в точці 1 мав свіже фекальне забруднення.

Найбільш вагомим показником санітарно-гігієнічного стану ґрунту є вміст в ньому солей важких металів.

Так, вміст свинцю в ґрунті уздовж річки складав від 2,8 до 45,9 мг/кг. На точках 1, 3, 4 виявлено перевищення ГДК ґрунту в 1,1-1,4 рази. В точках 2 та 5 вміст свинцю був в 11,4 та 9,9 разів нижчий за гігієнічний норматив. Проте, на всіх точках, крім точки 2, виявлено перевищення величини кларку в 1,4 (точка 5) – 4,6 (точка 4) рази. На точці 2 величина свинцю в 3,6 рази менше за відповідний кларк.

Дослідження показали, що вміст нікелю в прибережному ґрунті був в 1,6 (точка 1) – 2,8 рази (точка 4) меншим за відповідний кларк. Кількість нікелю в ґрунті в точці 3 визначалась на рівні кларка (39,32 мг/кг).

Вміст марганцю в ґрунті уздовж р.Тяжилівка був суттєво нижчий за ГДК і становив від 99,96 (точка 2) до 182,62 (точка 1) мг/кг, що нижче за ГДК у 6,2-15 разів. Відносно величини кларка вміст марганцю в ґрунті був у 4,7 (точка 1) – 8,5 (точка 2) разів нижчий.

Концентрація кадмію в прибережному ґрунті коливалось від 1,25 до 2,54 мг/кг та перевищувала гігієнічний норматив (1,5 мг/кг) в 1,2-1,7 рази в точках 1, 3, 4, 5. В точці 2 вміст кадмію був в 1,2 рази менший за норматив. У всіх пробах прибережного ґрунту виявлено перевищення кларку по кадмію в 2,5-5,1 рази, що свідчить про накопичення у ґрунті цього важкого металу.

За результатами дослідження вміст цинку в ґрунті біля р.Тяжлівка перевищував кларк в усіх пробах, крім точки 1. Перевищення природної фонові кількості цинку в точках 2, 3, 4, 5 становило 1,7-4,7 разів. У точці 1 вміст цинку був у 2,8 разів нижчий за кларк.

Кількість міді в прибережному ґрунті уздовж р.Тяжлівка в п'яти точках дослідження становила від 40,5 до 359,8 мг/кг. Виявлено значне перевищення фонового рівня цим важким металом. Так, в точці 1 перевищення становило 8,4, в точці 2 – 7,6, в точці 3 – 2,9, в точці 4 – 18,0 та в точці 5 – 2,0 рази. Найбільше забруднення міддю виявлено в точці 4 (359,76 мг/кг), розташований за адресою: провулок Київський, 4 Г.

Таким чином, ґрунт прибережної зони р.Тяжлівка забруднений свинцем, кадмієм, цинком та міддю. За санітарно-хімічними показниками ґрунт зазначених ділянок не придатний під забудову населеного пункту згідно Додатку 14 до ДСП 173-96.

5.4 Характеристика якості ґрунту прибережної зони за санітарно-паразитологічними показниками

З метою виявлення придатності території біля р.Тяжлівка були проведені санітарно-паразитологічні дослідження, які включали визначення яєць гельмінтів та найпростіших. Дослідження показників проводилось в ґрунті на точках 1-5 (рис.5.1). Результати дослідження представлені в таблиці 5.4.

Згідно додатку 14 до ДСП 173-96 ґрунт ділянки під забудову населеного пункту можна вважати придатним, коли життєздатні форми яєць геогельмінтів в 1 кг ґрунту відсутні.

Таблиця 5.4. Характеристика ґрунту прибережної зони ріки Тяжилівка за санітарно-паразитологічними показниками

Місце відбору проб	Наявність яєць гельмінтів та найпростіших	Оцінка згідно вимог додатку №14 до ДСП 173-96
Т.1	Збудників паразитозів не виявлено	Відповідає
Т.2	Виявлено яйця аскарид	Не відповідає
Т.3	Виявлено яйця аскарид	Не відповідає
Т.4	Збудників паразитозів не виявлено	Відповідає
Т.5	Виявлено яйця аскарид	Не відповідає

Проведені дослідження показали, що в ґрунті уздовж р.Тяжилівка в точках 2, 3, 5 є яйця геогельмінтів (аскарид), що робить цю територію небезпечною для використання для рекреаційних потреб. В точках 1 та 4 збудників паразитозів не було виявлено.

Отже, ґрунт прибережної ділянки р.Тяжилівка забруднений солями важких металів та геогельмінтами. За всіма дослідженими зразками ґрунт не відповідає санітарно-гігієнічним вимогам придатності під забудову населеного пункту згідно додатку 14 до ДСП 173-96.

6 БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

До останнього часу при розгляді екологічних проблем річок міста Вінниці основний акцент ставився на найбільшій річці міста і великій річці України – Південному Бузі, з якого відбирають воду не лише для питних, але й для комунально-господарських, побутових і промислових потреб. Разом з тим відомо, що р. Південний Буг має багато приток, зокрема малих річок, що протікають в межах міста Вінниці. Тривалий час інформація про їх гідрологічні, гідрохімічні, біотичні особливості, екологічний стан, забруднення була відсутня. Відомо, що малі річки Вінниці відіграють важливу роль як у функціонуванні р. Південний Буг, так і урбоекосистеми міста (Хаєцький, 2014; Борова, 2022).

Нині у місті Вінниці проводяться різноманітні природоохоронні акції щодо обліку малих річок, їх очистки, ривайлдингу та охорони. Проте фактичний екологічний стан фітобіоти цих річок та р. Тяжилівки зокрема досі не досліджений. Тому ми намагалися на основі польових досліджень, проведених у червні 2025 р., встановити сучасний склад фітобіоти 3-х ключових ділянок р. Тяжилівка у межах міста Вінниці, з метою проведення на них відновлювальних робіт, спрямованих на покращення екологічної ситуації в цілому.

6.1. Характеристика флори та рослинного покриву окремих ділянок р. Тяжилівка

Флора Вінничини нині налічує більше ніж 600 видів судинних рослин, з 6 еколого-ценотичних груп. Основне ядро сучасної флори області складає група лісових рослин (узлісна, лісова бореальна, лісова неморальна, лісо-болотна групи) – біля 30 %, лучна – 14 %, лучно-степова – 16 %, лучно-болотна – 10 %, болотна – 3,5 %, прибережно-водна – 2,5 %, водна – 1,5 %, рудеральна – 11 %, петрофільно-вапнякова – 3,5%, культурна – 1,5%, інша – 6,5 % (Мудрак, 2014).

Сучасний стан флори міста Вінниці характеризується значним посиленням у ній ролі антропогенного впливу, що проявляється у синантропізації флори. Паралельно відбуваються два основні процеси – з одного боку, знищення або

трансформація природних екосистем, а з іншого – насичення їх адвентивними видами та формування з їх участю рослинних угруповань нового типу. Значний вплив на занесення й подальше поширення адвентивних видів рослин в області мають природні й антропогенні чинники. До антропогенних відносять – збільшення кількості техногенних об'єктів (узбіччя доріг, залізничних насипів, сміттєзвалищ, пустирів біля промислових підприємств, гаражів, населених пунктів тощо), нерегульовану рекреацію, недієвість карантинних служб тощо. Все це викликає зміни природного рослинного покриву і призводить до заміни корінних фітоценозів антропогенними.

Дослідження флори та рослинного покриву 3-х ключових ділянок на березі р. Тяжилівка проведені у червні 2025 р. за загальновідомими у ботаніці методами – маршрутним та напівстаціонарним. Досліджені ділянки показано на рис. 6.1.



Рис. 6.1. Полігони ботанічних досліджень на р. Тяжилівка у м. Вінниця

Досліджена флора є локальною, вона не характеризує всього різноманіття флори малої річки але дозволяє судити про її різноманіття на локальному рівні. Всього нами тут відмічено 104 види судинних рослин з 84 родів та 42 родин, з яких 26 є деревними, а 78 – трав'янистими (табл. 6.1).

Таблиця 6.1. Список видів судинних рослин р. Тяжилівка (м. Вінниця, 2025 р.)

Equisetophyta <i>Equisetaceae</i> Equisetum arvense, апофіт	Taraxacum officinale, апоф. <i>Balsaminaceae</i> Impatiens parviflora, кен. <i>Boraginaceae</i> Asperugo procumbens, апоф. Echium vulgare, апоф. Myosotis sparsiflora Symphytum caucasicum*, кен. <i>Brassicaceae</i> Alliaria petiolata, апоф. Berteroa incana, апоф. Brassica napus, апоф. Bunias orientalis, кен. Capsella bursa-pastoris, арх. Descurainia Sophia, арх. Sisymbrium loeselii, кен. <i>Cannabaceae</i> Humulus lupulus <i>Caryophyllaceae</i> Myosoton aquaticum, апоф. Stellaria media, апоф. <i>Chenopodiaceae</i> Chenopodium album, апоф. <i>Cornaceae</i> Swida sanguinea <i>Dipsacaceae</i> Dipsacus laciniatus, апоф. <i>Fabaceae</i> Melilotus officinalis, апоф. Robinia pseudoacacia*, кен. Trifolium pratense <i>Fagaceae</i> Carpinus betulus* Quercus robur* <i>Juglandaceae</i> Juglans regia*, кен. <i>Geraniaceae</i> Geranium pusillum, арх. Geranium robertianum Geranium sp. <i>Lamiaceae</i> Ballota nigra, арх. Glechoma hederacea, апоф. Lycopus europaeus, апоф. Mentha sp., апоф. <i>Malvaceae</i> Malva mauritiana, кен. <i>Moraceae</i> Morus alba, арх. <i>Oleaceae</i> Fraxinus pennsylvanica, кен.	<i>Onagraceae</i> Epilobium hirsutum <i>Papaveraceae</i> Chelidonium majus, апоф. <i>Phytolaccaceae</i> Phytolacca acinosa, кен. <i>Plantaginaceae</i> Plantago lanceolata, апоф. Plantago major, апоф. <i>Platanaceae</i> Platanus occidentalis* <i>Polygonaceae</i> Polygonum maculatum, апоф. Polygonum patulum, апоф. Reynoutria bohemica*, кен. Rumex confertus, апоф. Rumex obtusifolius, апоф. <i>Ranunculaceae</i> Ranunculus repens, апоф. <i>Rosaceae</i> Armeniaca vulgaris*, кен. Cerasus vulgaris*, кен. Geum urbanum, апоф. Prunus divaricata*, кен. Rosa canina <i>Rubiaceae</i> Galium aparine, апоф. <i>Salicaceae</i> Populus nigra Salix alba Salix euxina Salix fragilis, арх. Salix triandra <i>Sapindaceae</i> Aesculus hippocastanum* <i>Santalaceae</i> Viscum album, апоф. <i>Tiliaceae</i> Tilia cordata* <i>Ulmaceae</i> Ulmus glabra Ulmus laevis* Ulmus pumila, кен. <i>Urticaceae</i> Urtica dioica, апоф. <i>Violaceae</i> Viola odorata <i>Vitaceae</i> Parthenocissus incerta*, кен., агр.-епекофіт
Magniliophyta Liliopsida <i>Cyperaceae</i> Carex acutiformis Carex hirta Carex otrubae Carex riparia Carex spicata Carex sp. <i>Iridaceae</i> Iris pseudacorus <i>Poaceae</i> Brachypodium sylvaticum Bromus sterilis, арх. Bromus tectorum, арх. Dactylis glomerata Elytrigia repens, апофіт Hordeum murinum, арх. Melica nutans Poa annua, апоф. Poa palustris Poa pratensis <i>Typhaceae</i> Typha latifolia		
Magnoliopsida <i>Aceraceae</i> Acer negundo, кен. Acer pseudoplatanum <i>Adoxaceae</i> Sambucus nigra, апоф. <i>Apiaceae</i> Antriscus cerefolium, апоф. Antriscus sylvestris, апоф. Heraclеum sibiricum, апоф. Torilis japonica, кен. <i>Asteraceae</i> Achillea millefolium Arctium lappa, апоф. Artemisia vulgaris, апоф. Cirsium arvense, апоф. Helianthus tuberosus*, кен. Galinsoga parviflora, кен. Lactuca serriola, арх. Matricaria inodora, арх. Solidago canadensis, кен. Stenactis annua, кен.		

Примітки: Синантропна фракція флори: кен. – кенофіт, арх. – археофіт, апоф. - апофіт, * - в культурі.

Спектр провідних родин утворюють айстрові (10 видів), злакові (10), капустяні (7), осокові (6), розові (6), вербові та гречкові по 5 видів, а ранникові і губоцвіті – по 4, що в цілому складає 58,6 % від флори загалом.

Місто Вінниця за «Геоботанічним районуванням України» знаходиться у Центральноподільському окрузі грабово-дубових та дубових лісів і суходільних луків Української лісостепової підпровінції Східноєвропейської лісостепової провінції дубових лісів, остепнених луків та лучних степів (Дідух, Шеляг-Сосонко, 2003).

Рослинність досліджених ділянок комплексна, розташована у азональних умовах (рис. 6.2). Тут фрагментарно поширені залишки заплавної лісу з домінуванням тополі чорної (*Populus nigra*), верб білої (*Salix alba*) і ламкої (*S. fragilis*) та проникненням в останні 50 років в ці, трансформовані людською діяльністю угруповання, адвентивних видів, таких як клен ясенелистий (*Acer negundo*), дикий виноград чіпкий (*Parthenocissus incerta*), рейнутрія богемська (*Reynoutria bohemica*), золотарник канадський (*Solidago canadensis*).



Рис. 6.2. Ділянка р. Тяжилівка з лісовими та прибережно-водними угрупованнями

На окремих ділянках вздовж річки клен ясенелистий утворює неприродні ділянки лісу з підліском з бузини чорної (*Sambucus nigra*) та трав'яним ярусом,

сформованим низкою рудеральних видів – кропиви дводомної (*Urtica dioica*), чистотілу великого (*Chelidonium majus*), підмареннику чіпкого (*Galium aparine*).

Фрагментарно вздовж русла річки трапляються смуги прибережно-водної рослинності утвореної рогозом широколистим (*Typha latifolia*), осоками гострою (*Carex acutiformis*) і побережною (*C. riparia*) за участі гірчака плямистого (*Polygonum maculatum*). Вздовж русла річки трапляється низка гігро- та гідрофільних рослин – півники болотяні (*Iris pseudacorus*), жовтець повзучий (*Ranunculus acris*).

Тут також наявні фрагменти заплавних луків з домінуванням тонконогу лучного (*Poa pratensis*), пирію повзучого (*Elytrigia repens*), осоки Отруби (*Carex otrubae*) тощо.

На трансформованих ділянках поширені вогнища рудеральних угруповань з клену ясенелистого, дикого винограду чіпкого, кропиви дводомної, чистотілу великого та ін. (рис. 6.3). Вони займають нині найбільші території на досліджених ділянках річки.



Рис. 6.3. Фрагмент поєднання прибережно-водних та рудеральних (з дикого винограду) угруповань

6.2. Види з високою інвазійною спроможністю

Синантропна фракція флори дослідженої території нараховує 66 видів (63,4%). З них до аборигенних бур'янів віднесено 35 видів, а до адвентивних – 31 вид (29,8%). Високий відсоток адвентивних видів свідчить про вразливість цих екотонних екосистем, значну освоєність берегів річки, її забудову, проникнення таких видів з прилеглих територій.

Значну частку цієї флори складають інвазійні види рослин. Інвазійний вид це такий, що походить з інших флористичних областей, занесений на територію України спонтанно або з метою культивування, повністю натуралізувався, самовідновлюється, активно та масово поширюється не лише в антропогенних, а й у напівприродних і природних біотопах як у багатьох, так і окремих регіонах, вступаючи у взаємодію з місцевими видами, або виявляє сталу тенденцію до вкорінення у природні ценози й становить загрозу біорізноманіттю або екосистемам (Протопопова, Шевера, 2019).

Більшість дослідників до інвазійних видів відносять лише кенофіти. У дослідженій флорі вони представлені 21 видом (клен ясенелистий *Acer negundo*, абрикос звичайний *Armeniaca vulgaris*, свербига східна *Bunias orientalis*, вишня звичайна *Cerasus vulgaris*, ясен пеннсильванський *Fraxinus pennsylvanica*, соняшник бульбистий, топінамбур *Helianthus tuberosus*, галінсога дрібноквітка *Galinsoga parviflora*, розрив трава дрібноквітка *Impatiens parviflora*, горіх волоський *Juglans regia*, мальва мавританська *Malva mauritiana*, дикий виноград чіпкий *Parthenocissus incerta*, лаконос ягідний *Phytolacca acinosa*, алича *Prunus divaricata*, рейнутрія богемська *Reynoutria bohemica*, робінія звичайна *Robinia pseudoacacia*, золотарник канадський *Solidago canadensis*, сухоребрик Льозелів *Sisymbrium loeselii*, стенактіс однорічний *Stenactis annua*, чорнокорінь кавказький *Symphytum caucasicum*, ториліс японський *Torilis japonica*, в'яз низький *Ulmus pumila*).

Нижче наведено опис найбільш агресивних видів з числа інвазійних (видів-трансформерів).

Дикий виноград чіпкий (*Parthenocissus incerta*) – деревоподібна витка рослина (швидкоросла, листопадна ліана). «Лазить» за допомогою вусиків, досягає 10-12 (20) м довжини (рис. 6.4). Бруньки і молоді пагони (опушені) червонуваті. Листки чергові, пальчастоскладні, пятилопатеві 4-10 см. Суцвіття мають від 25 до 200 квіток, зібрані у напівзонтик, квітки – зеленувато-жовті. Плід – кругла синьо-чорна ягода (5-7 мм), містить 2 або 3 насінини, дозріває у кінці літа. Пригнічує ріст і розвиток деревних і трав'яних рослин. Батьківщина – Північна Америка. Екологія – прирічкові ліси. Культивується як декоративна рослина, ягоди не їстівні. Методи боротьби – виполювання паростків, видалення пагонів.



Рис. 6.4. Дикий виноград чіпкий на березі р. Тяжилівка

Золотарник канадський (*Solidago canadensis*) – багаторічна трав'яна рослина, 70-200 м заввишки, з прямостоячим стеблом, листки вузьколанцетні, суцвіття – широкопірамідальна волоть, квіти жовті, зібрані у дрібні кошики, плід сім'янка (рис. 6.5). Цвіте у липні – серпні, плодоносить у серпні – вересні. Розмножується насінням і фрагментами кореневища (вег.). Батьківщина – Північна Америка. Екологія – луки (пасовища), узлісся, перелоги, прирічкові ліси. Культивується як декоративна рослина. Створює масові зарості, пригнічує місцеві види рослин. Методи боротьби – виполювання паростків, викошування двічі на сезон. Обмежено можливо застосовувати гербіциди (Раундап – 80 мл на 10 л води або аналоги).



Рис. 6.5. Золотарник канадський і топінамбур в міських біотопах

Клен ясенелистий (*Acer negundo*) – дерево, 15-20 м заввишки, стовбур прямостоячий, розгалужений, листки непарно-перисті, із 3-5-ма яйцеподібними або овально-ланцетними зубчастими частками; квітки одностатеві: тичинкові з в повислих щитках, маточкові – в повислих китицях, оцвітина проста, плід – крилатка (рис. 6.6). Рослина дводомна, розмножується насінням, недовговічна (80-100 років). Цвіте у квітні-травні, плодоносить у червні-вересні. Батьківщина – Північна Америка. Екологія – прибережні, перезволожені місця. Пригнічує ріст і розвиток деревних і трав'яних рослин, пилок викликає алергію. Методи боротьби – виполювання паростків, знищення насіння, корчування.



Рис. 6.6. Клен ясенелистий на березі р. Тяжилівка

Рейнутрія богемська (*Reynoutria bohemica*) – трав'яна багаторічна рослина, 1-3 м довжиною, стебло прямостояче, міцне, у верхній частині розгалужене; листки цілісні, яйцеподібні або овальні, нерівнобокі; суцвіття – пазушні, волотеподібні, квітка на квітконіжках; оцвітина біла, складається з 5-ти часток, плід – горішок (рис. 6.7).



Рис. 6.7. Рейнутрія богемська та лаконос ягідний на березі р. Тяжилівка

Розмножується насінням і кореневищами. Віддає перевагу поживним, вологим ґрунтам. Цвіте у серпні – вересні, плодоносить у вересні – жовтні. Батьківщина – Східна Азія (долини річок). Створює зарості, пригнічує місцеві види рослин. Методи боротьби – викошування або перекопування ґрунту. Обмежено можливо застосовувати гербіциди (Раундап – 80 мл на 10 л води або його аналоги).

Розрив-трава дрібноквіткова (*Impatiens parviflora*) – однорічна трав'яна рослина, 30-80 см заввишки, стебло прямостояче, голе; листки черешкові, цілісні ланцетні, по краю зубчасті, голі; квітки – на довгий квітконосах; по 4-12 у китицеподібних суцвіттях, блідо-жовті, плід – коробочка (при дотику розтріскуються). Розмножується насінням. Цвіте у червні – серпні, плодоносить у липні-жовтні. Батьківщина – Східна Азія. Екологія – затінені, вологі місця,

активно вкорінюється у листяних лісах, заліснених заплавах, пригнічує місцеві види рослин. Методи боротьби – виполювання до визрівання насіння (рис. 6.8).



Рис. 6.8. Розрив-трава дрібноквіткова на березі р. Тяжилівка

Тонкопромінник (стенактіс) однорічний (*Stenactis annua*) – однорічна трав'яна рослина (рис. 6.9), 30-100 см завдовжки; стебло прямостояче, розгалужене, листки: нижні – черешкові, цілісні, по краю зубчасті, верхні – ланцетоподібні, гострі, цілокраї, сидячі. Суцвіття – кошики, зібрані у нещільну волоть, крайові квітки язичкові, білі, серединні, трубчасті – жовті. Цвіте – липень-вересень, плодоносить – серпень-жовтень. Плід – сім'янка. Батьківщина – Північна Америка (луки, пасовища, пустирі). Екологія – створює масові зарості, пригнічує місцеві види рослин, перешкоджаючи їх розвитку. Методи боротьби – виполювання до визрівання насіння.

Ясен пенсільванський (*Fraxinus pennsylvanica*) – велике листопадне дерево (до 20-25 м), запилюється вітром (рис. 6.9). Стовбур має діаметр до 50 см з неглибоко борознистою коричневою корою. Гілки коричнево-червонуваті, із запушеними, коричневими або коричнево-червонуватими зимовими бруньками. Листки 25-30 см завдовжки, непарноперисті, з 5-7 (9) листочками; ніжка листка 3,5-8 см, гола чи запушена; листочки 6-15 × 2-4 см, гостро-зубчасті, з обох сторін зелені, на звороті опушені. Восени листя набуває яскраво-жовтого забарвлення, влітку блискуче. Суцвіття волотисте, щільне, пазушне або кінцеве, на гілках попереднього року, до появи листя. Квітки одностатеві. Цвіте в період

з березня по травень. Плоди – подовжені однонасінні крилатки, які розсіюються вітром або водою. Батьківщина – Північна Америка (переважно болотисті прирічкові ліси). Екологія – створює масові зарості. Методи боротьби – виполювання паростків, знищення насіння, корчування молодих екземплярів.



Рис. 6.9. Стенактіс однорічний, ясен пенсільванський та сумах оцтовий у прирічкових біотопах

Сумах оцтовий (*Rhus typhina*) – невелике дерево (9-12 м заввишки) (рис. 6.9). Пагони світло-бурого кольору, товсті, вкриті густими м'якими червонуватими залозками. Листки темно-зеленого кольору. Розташування листків почергове, довжина до 50-60 см; непарноперисті – складаються з 10-30 листочків продовгуватого-ланцетної форми, до верху загострені, по краю дрібнопильчаті, розташовані на коротких опушених черешках. Двodomна рослина. Маточкові квітки зеленувато-жовті, в густих волотях, завдовжки 10-20 см, тичинкові – у більших, але менш густих волотях, червоного кольору. Плоди – кулясті кістянки, густо покриті червоними волосками. Росте на узліссях

лісів і пустирях. Цвіте в червні-липні. Плоди дозрівають в серпні-вересні та залишаються на кущах у червонувато-коричневих волотях до весни. Починає цвісти та плодоносити на четвертому-п'ятому році життя. Через 15–20 років рослина відмирає. Батьківщина – Північна Америка (переважно болотисті прирічкові ліси). Екологія – створює масові зарості. Декоративна рослина, насаджують в садах і парках. Методи боротьби – викопування паростків, знищення насіння, корчування молодих екземплярів.

Соняшник бульбистий, топінамбур (*Helianthus tuberosus*) – трав'яна багаторічна рослина, 50-200 см довжиною, з бульбоподібними потовщеннями на підземних пагонах, стебло прямостояче, міцне, густо вкрите листям (рис. 6.5). Листки цілісні, темно-зелені, опушені, квітки у кошиках, зібраних у волотеподібне суцвіття, жовті. Плід – сім'янка. Цвіте: липень – жовтень, плодоносить: вересень – жовтень. Розмножується насінням і бульбами (до 10 бульб кожного року). Стійкий до хвороб і шкідників, морозостійкий. Батьківщина – Північна Америка (вздовж доріг, на полях, по берегах річок, на порушених місцях). Створює щільні зарості, пригнічує місцеві види рослин. Методи боротьби – висапувати, викопувати бульби. Обмежено можливо застосовувати гербіциди (Раундап – 80 мл на 10 л води або його аналоги).

ВИСНОВКИ

До розділу 1

Річка Тяжилівка згідно Водного Кодексу України (ВКУ) є малою річкою, для якої ширина прибережних захисних смуг (ПЗС) становить 25 м від урізу води в меженний період. Будівництво будь-яких споруд, крім гідрометричних, гідротехнічних та лінійних, в ПЗС забороняється. Об'єкти, що знаходяться в ПЗС можуть експлуатуватися, якщо при цьому не порушується режим її використання. Непридатні для експлуатації споруди, а також ті, що не відповідають встановленим режимам господарювання, підлягають винесенню з прибережних захисних смуг.

Гідрологічні обстеження показали, що р. Тяжилівка по всій її довжині зазнає значного антропогенного впливу. У верхній течії річка та її притоки є частиною державної міжгосподарської осушувальної системи «Тяжилівська», русло спрямлене, каналізоване, заплава використовується під сільськогосподарські угіддя. В середній та нижній течії річка протікає в межах м.Вінниця, русло також спрямлене і каналізоване, місцями закрите в підземні колектори. В районі мікрорайону Тяжилів на річці розташований русловий ставок площею близько 3 га. Заплава річки частково забудована приватними і багатоповерховими будинками, частково зайнята гаражами та городами. Зафіксовано численні порушення встановленого Водним Кодексом України режиму використання прибережних захисних смуг р.Тяжилівка.

Встановлено розрахункові характеристики різної забезпеченості для річного стоку, внутріньорічного розподілу стоку, максимальних витрат весняного водопілля і дощових паводків. Для створу №2 на р.Тяжилівка на основі геодезичних вимірювань і гідравлічних розрахунків встановлено зв'язок між рівнями і витратами води та побудовано криву витрат.

До розділу 2

Гідроморфологічні обстеження досліджуваної ділянки річки Тяжилівка, виконані на усіх станціях спостережень, а також вище та нижче за течією від кожної станції, засвідчили низку суттєвих порушень гідроморфологічних умов:

спрямлення русла; захаращення дна річки камінням, будівельним та іншим сміттям (скло, пластик, ганчір'я тощо); наявність колекторів зливових і стічних вод, які можуть суттєво впливати (насамперед під час злив) на стік води, розмив русла і відкладення наносів; кріплення берега на окремих ділянках камінням і бетонними спорудами; днопоглиблювальні роботи і підвищення берега на окремих ділянках; забудову заплави і прибережної зони гаражами та іншими спорудами; наявність дамби і водопропускної споруди в районі станції 4 та підземного колектора річки нижче станції 5.

За ступенем антропогенного перетворення, визначеного в рамках основних блоків гідроморфологічної оцінки (русло, берег і берегова зона, заплава, внутрішні характеристики потоку, гідрологічний режим, неперервність річки) досліджувана ділянка річки загалом відповідає 4 класу – «сильно змінена». Виключення становить ділянка обстеження в районі станції 3, яка має менш захаращене русло з розвинутою водною рослинністю і менш перетворені береги та відноситься до 3 класу – «змінена».

Поперечний переріз русла неоднорідний по довжині ділянки, тому морфометричні характеристики суттєво відрізнялися на різних станціях. Зокрема площа водного перерізу відрізнялась втричі – від 0,19 м² на станції 5 до 0,59 м² на станції 4. Виміряні витрати води також змінювались в широкому діапазоні – від 0,012 до 0,038 м³/с, що відповідає розрахунковим середньомісячним витратам серпня 50 і 75 %-ї забезпеченості. Відзначено різке незакономірне зменшення витрати води в нижньому створі (станція 5), що може бути обумовлено як забором води вище за течією, так і неможливістю виміряти частину витрати води, яка формується в товщі крупногабаритного матеріалу, що заповнює дно річки на станції 5.

На термічний режим досліджуваної ділянки впливає затінення русла від високої прибережної рослинності та скиди стічних і зливових вод. Вода має прозорість, яка перевищує глибину річки, і колір коричневого відтінку.

Основу донних відкладів досліджуваної ділянки складає крупногабаритний матеріал антропогенного походження (каміння різного

розміру, гравій, будівельне сміття, пластик, скло, ганчір'я тощо), між яким відкладаються власне річкові наноси – пісок, мул, рослинні рештки. Водно-фізичні характеристики донних відкладів у відібраних пробах коливались в доволі значному діапазоні: вологість – 20-100%, пористість – 33-76 %, об'ємна маса скелету – 1,53-2,32 г/см³. Органічна складова становила від 0,52 до 4 %.

Неприродний характер донних відкладів, пов'язаний з руйнуванням берегоукріплювальних споруд, захаращенням русла різноманітним сміттям, відкладенням наносів, що надходять з колекторів, виступає потужним чинником забруднення водних мас річки та погіршення стану її екосистеми.

До розділу 3

Кисневий режим р. Тяжилівка є незадовільним. Концентрація розчиненого кисню перебуває у межах 3,2–5,3 мг/дм³, що значно нижче нормативних значень для чистих вод (понад 7 мг/дм³). Насичення води киснем становить лише 33,5–57 %, що свідчить про виражений дефіцит кисню та переважання процесів самозабруднення над самоочищенням.

Показники рН підтверджують слабку фотосинтетичну активність. Значення рН 7,47–7,56 вказують на відсутність інтенсивного фотосинтезу та опосередковано підтверджують дефіцит кисню.

Завислі речовини представлені переважно органічною фракцією. Їхній вміст становив 1,8–5,4 мг/дм³, при цьому частка мінеральної складової не перевищувала 40 %. Домінування органічних речовин може бути пов'язане із надходженням зливових і недостатньо очищених стічних вод.

Іонний склад води істотно змінений внаслідок антропогенного впливу. Виявлено зростання концентрації хлоридів і натрію, що спричинило перехід води від гідрокарбонатного класу до хлоридно-гідрокарбонатного та гідрокарбонатно-хлоридного. Мінералізація становила 804–863 мг/дм³. Це свідчить про надходження зливових та недостатньо очищених побутових стічних вод.

Порові води донних відкладів демонструють вищу мінералізацію. Підвищений вміст гідрокарбонатів, сульфатів і кальцію (1459–1776 мг/дм³)

підтверджує, що зміна іонного складу річкової води не пов'язана з ґрунтовим живленням, а зумовлена зовнішнім антропогенним надходженням.

Вода річки зазнає значного забруднення біогенними речовинами. Спостерігається високий вміст неорганічних форм азоту та фосфору. За методикою екологічної оцінки якість води на більшості станцій за цими показниками вода відноситься до V класу («дуже брудна»), а за ДСТУ 4808:2007 — до IV класу («обмежено придатна»). Основним джерелом забруднення є зливові та недостатньо очищені стічні води.

Величини ХСК_{Mn} (8,1–11,4 мг О/дм³) та ХСК_{Cr} (20,8–66,4 мг О/дм³) у воді свідчать про високий вміст органічних речовин та евтрофування. Зниження їхніх концентрацій вниз за течією обумовлено не самоочищенням, а осадженням органічних речовин у донні відклади, що підтверджується високими значеннями цих показників у поровій воді.

Концентрації розчинного Mn (66,7–1833 мкг/дм³) та Fe (166–257 мкг/дм³) у воді, а також підвищені їхні величини у порових водах свідчать про активне залучення донних відкладів у їхньому депонуванні. Тверда фаза донних відкладів характеризується надлишковим вмістом Mn порівняно з кларками ґрунтів, що вказує на його накопичення внаслідок осадження з води.

Донні відклади відіграють важливу роль як у депонуванні, так і у вторинному надходженні хімічних сполук. У них накопичуються органічні і біогенні речовини та метали, які за певних умов можуть знову переходити у воду.

Досліджувана ділянка р. Тяжилівка зазнає суттєвого антропогенного навантаження, що проявляється в кисневому дефіциті, зміні іонного складу води, високому рівні біогенного та органічного забруднення, а також у накопиченні важких металів у воді та донних відкладах. Річка потребує заходів щодо покращення кисневого режиму, зменшення надходження біогенних і органічних речовин, іонів натрію і хлоридів зі зливовими і стічними водами.

До розділу 4

Макрофіти на дослідженій ділянці річки мають незначне різноманіття і обмежене поширення, за виключенням ст. 3. Усього відзначено 8 видів вищої

водної рослинності різних типів, серед яких найбільшого поширення набув рдесник гребінчастий (*Stuckenia pectinata*). На ст. 3 його проєктивне покриття становило близько 60%. Другим за поширенням макрофітом дослідженої ділянки є нитчасті зелені водорості (*Cladophora*), які спостерігались у консорції з рдесником. На ділянці була відсутня рослинність з плаваючим листям і дуже обмежене поширення і специфічний видовий склад (осока звичайна і виринниця болотяна) мала повітряно-водна рослинність.

Встановлені особливості видового складу і просторового розподілу макрофітів річки свідчать про значну евтрофікацію і нестабільний гідрологічний режим. Негативний вплив на розвиток макрофітів мають трансформація русла (спрямлення, каналізація, засмічення дна) і надмірний розвиток прибережної деревної рослинності.

Лабораторні дослідження нитчастих водоростей показали масовий розвиток *Cladophora fracta* (O.F. Müller ex Vahl) Kützing, яка є едифікатором метафітонного угруповання. В обростанні кладофори виявлено коконейс (*Cocconeis placentula* Ehrenberg) та два види ціанобактерій з роду осціляторія (*Oscillatoria*). Серед ниток кладофори розвивались діатомові водорості *Melosira varians* C.Agardh та *Navicula* sp. Сама кладофора та виявлені в її середовищі ціанобактерії і діатомові водорості виступають індикатором мезасапробної зони (води з помірним та значним ступенем органічного забруднення). Наявність такого метафітонного угруповання може сприяти процесам самоочищення в гідроекосистемі, але при надмірному розростанні посилює евтрофікацію.

Фітопланктон р. Тяжилівка характеризувався діатомово-зеленим складом водоростей. Найбільш поширеними були Bacillariophyta (17 НІТ) і Chlorophyta (8 НІТ). На фоні надзвичайно високих показників концентрації у воді біогенних речовин спостерігався низький рівень розвитку фітопланктону. Загалом, можна зазначити, що за складом, багатством та кількісним розвитком фітопланктон р. Тяжилівка подібний до каналізованих ділянок малих річок. Мінімальна кількість типово планктонних водоростей у планктоні річки вказує на низьку

роль цієї планктонної компоненти у процесах самоочищення і, можливо, її дефіцит.

Факторами, що обмежують розвиток фітопланктону в річці виступають: антропогенне забруднення води; гідроморфологічні умови в руслі (спрямлення і каналізування русла, відсутність меандр, плесів і перекатів); значне затінення русла прибережною рослинністю на окремих відрізках досліджуваної ділянки; винесення фітопланктону з ділянки під час залпових скидів у річку зливових вод.

Зоопланктон дослідженої ділянки р. Тяжилівка є дуже бідним. Збіднення зоопланктону в цілому характерне для малих водотоків, але в даному випадку низькі його показники можуть бути також наслідком зовнішніх негативних впливів, зокрема антропогенного забруднення води.

Донні безхребетні р. Тяжилівка загалом представлені звичайними для України видами. Таксономічний склад зообентосу на дослідженій ділянці річки досить бідний, представлений лише 22 НІТ з 6 груп (включаючи якісні збори). Кількість НІТ на окремих станціях була також низькою. Найбагатше представлені черви Tubificidae, личинки комах представлені лише одним видом Trichoptera, а також декількома – Chironomidae. Низька кількість НІТ і груп визначили низьку таксономічну різноманітність.

Порівняння з іншими річками з різним ступенем антропогенного перетворення (річки Гнилий Ріг, Горинь) показує, що таксономічний склад зообентосу р. Тяжилівка значно бідніший. Навіть у такій трансформованій і урбанізованій річці, як р. Либідь в м. Києві, таксономічна різноманітність вища, ніж в р. Тяжилівка.

Можна відмітити певне зростання кількісних показників зообентосу вниз за течією, за винятком ст. 3. На більшості станцій основну частку у чисельності і біомасі визначали тубіфіциди, виключенням була ст. 3, де переважали водяний віслиюк, тубіфіциди і п'явки. Високі значення кількісних показників зообентосу на ст. 1 і 3 визначили рівень розвитку «середній» («евтрофний» клас трофності), а на ст. 4 і 5 – «високий» («політрофний» клас трофності).

За усіма розрахованими за організмами зообентосу індексами стан річки є незадовільним, зокрема за комплексним індексом характеризується як «екологічна криза».

Зооперифітон на досліджених ділянках р. Тяжилівка характеризувався бідним видовим складом. Низькі значення показників чисельності та біомаси зооперифітону на станціях 1 та 3 за рівнем розвитку були «дуже низькі» та «низькі» (оліготрофний та оліго-мезотрофний клас трофності). Така низька трофність, на наш погляд, пов'язана з наявністю забруднення води і засміченням дна річки.

До розділу 5

Річка Тяжилівка не використовується для централізованого господарсько-питного водопостачання населення. Вода р. Тяжилівка відноситься до водойм 2 категорії, що використовуються для купання, спорту і відпочинку, а також до водойм в межах населеного пункту згідно додатку 11 до «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом МОЗ України від 19.06.96 р. № 173.

За показниками органічного забруднення та самоочищення (БСК_п, нітрати, азот аміака, перманганатна окиснюваність) відповідає гігієнічним вимогам до водойм 2 категорії, за виключенням розчиненого кисню (додаток 11 до «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом МОЗ України від 19.06.96 р. № 173.

Вміст розчиненого у воді кисню був на рівні 1,33-1,58 мг/дм³ при нормі не менше 4 мг/дм³, що може викликати замор риби. Катастрофічно малий рівень розчиненого кисню та незначне перевищення (на 5,7%) величини БСК_п в точці 1, свідчать про наявність органічного забруднення у воді р. Тяжилівка, особливо в районі розташування гаражного кооперативу «Маяк».

За показниками рН, сульфатів, хлоридів, сухого залишку, загального заліза та нафтопродуктів вода р. Тяжилівка відповідає вимогам «Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення», затверджених МОЗ України

02.05.2022 № 721 та додатку 11 до Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом МОЗ України від 19.06.96 р. № 173.

За класифікацією якості поверхневих вод (таблиця 1 ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання»), якість води р. Тяжилівка в межах м. Вінниця можна віднести: за рН, вмістом хлоридів, амонійного азоту, перманганатної окиснюваності, завислих речовин, запаху, кольоровості – до 2 класу; за вмістом загального заліза та нафтопродуктів – до 1 класу; сульфатів, БСК_п, сухого залишку – до 3 класу; за вмістом нітратів та розчиненого кисню – до 4 класу якості поверхневих вод.

За результатами санітарно-мікробіологічних досліджень встановлено, що вода р. Тяжилівка містить мікробне забруднення за показниками: загальне мікробне число та індекс лактозопозитивних кишкових паличок при відсутності патогенних ентеробактерій та коліфагів, що свідчить про забруднення води органічними сполуками, які є поживними речовинами для мікроорганізмів і призводять до їх розмноження. Якість води р. Тяжилівка не відповідає вимогам санітарного законодавства для водойм в межах населеного пункту (водойми 2 категорії згідно додатку 11 до ДСП 173-96) і не може використовуватися для купання, заняття спортом та відпочинку населення.

Згідно вимог законодавства України за рівнем ЗМЧ та індексом ЛКП вода р. Тяжилівка в межах м. Вінниця відноситься до 3 класу якості поверхневих вод; за показниками патогенні ентеробактрії та коліфаги – до 1 класу поверхневих вод згідно з ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання».

Дослідженнями виявлено, що ґрунт прибережної зони р. Тяжилівка забруднений свинцем, кадмієм, цинком та міддю. Перевищення ГДК важких металів у ґрунті прибережної зони р. Тяжилівка складало: за вмістом свинцю до 1,4; кадмію – до 1,7 разів. Перевищення величини фонових рівнів виявлено за

всіма показниками, крім марганцю та нікелю. Кратність перевищення кларку свинцю досягала 4,6 разів, кадмію – 5,1 разів; цинку – 4,7 разів, міді – 18 разів.

Санітарно-паразитологічні дослідження показали наявність у ґрунті прибережної зони р. Тяжилівка гельмінтного забруднення, в ґрунті виявлені яйця аскарид (т. 2, 3, 5). Виявлене забруднення унеможлиблює використання території вздовж р. Тяжилівка для рекреаційних цілей.

До розділу 6

Дослідженнями флори вздовж ділянки р. Тяжилівка зафіксовано 104 види судинних рослин з 84 родів та 42 родин, з яких 26 є деревними, 78 – трав'янистими.

Фрагментарно поширені залишки заплавного лісу з домінуванням тополі чорної, верб білої і ламкої та проникненням адвентивних видів, таких як клен ясенелистий, дикий виноград чіпкий, рейнутрія богемська, золотарник канадський.

На окремих ділянках клен ясенелистий утворює неприродний ліс з підліском з бузини чорної та трав'яним ярусом з низкою рудеральних видів. Фрагментарно трапляються смуги прибережно-водної рослинності та ділянки заплавних луків.

На трансформованих ділянках поширені вогнища рудеральних угруповань з клену ясенелистого, дикого винограду чіпкого, кропиви дводомної, чистотілу великого та ін., які займають нині найбільшу площу на дослідженій території.

Високу інвазійну спроможність, окрім зазначених адвентивних видів, на дослідженій ділянці річки мають розрив-трава дрібноквіткава, стенактіс однорічний, ясен пенсільванський, сумах оцтовий, топінамбур.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

Щодо поліпшення екологічного стану

Насамперед необхідно встановити прибережні захисні смуги р. Тяжилівка згідно Водного (стаття 88) і Земельного (стаття 60) Кодексів України, та винести за їх межі усі господарські об'єкти, які порушують встановлений Водним (стаття 89) і Земельним (стаття 61) Кодексами режим їх використання, а також здійснити заходи з відновлення природного рослинного покриву заплави. На окремих ділянках річки доцільно видалити надлишок прибережної рослинності для зменшення затінення русла, що пригнічує розвиток фітопланктону і вищої водної рослинності.

Необхідно здійснити розчистку русла річки від антропогенного сміття разом з накопиченими в ньому донними відкладами, в яких у значній кількості депоновано органічні і біогенні речовини та метали. Це поліпшить гідрохімічний режим річки і знизить ризики вторинного забруднення.

Для збільшення біорізноманіття фітопланктону необхідно обмежити спрямлення та каналізування русла. Важливо відновити хоча б окремі ділянки річки до природного стану. Особливо слід звернути увагу на відновлення плес, де могли б розвиватися та переживати несприятливі умови типово планктонні водорості.

Розчистка русла та відновлення природної звивистості річки з наявністю плес і перекатів сприятиме формуванню повноцінного складу угруповань макрофітів і метафітону, що підвищить самоочисну здатність екосистеми річки.

Необхідно обмежити надходження в річку неочищених зливових і стічних вод з прилеглих територій. Це можна реалізувати шляхом облаштування біоплато вертикального або горизонтального типу в місцях виходу в річку скидних колекторів. Вертикальне біоплато є більш компактним і ефективним, оскільки вода проходить через багатошаровий дренаж і корені водних рослин, що забезпечує механічне, біологічне та часткове хімічне очищення від завислих і розчинних забруднювальних речовин. Горизонтальне біоплато менш

компактне, але добре справляється з розчинними забруднювальними речовинами. Рослинність біоплато може бути гармонійно інтегрована в прибережний ландшафт при реалізації заходів з упорядкування і озеленення прибережних захисних смуг.

Поліпшення умов існування зообентосу і зооперифітону можна досягти шляхом покращення якості води, прибирання антропогенного сміття, розчищення донних біотопів. Для багатьох личинок комах визначальним фактором є реофільні умови, тому посилення проточності і покращення кисневого режиму створить необхідні умови для розвитку такої складової зообентосу як амфібіотичні комахи. На покращення умов у річці може вплинути поява (вселення) молюсків-фільтраторів.

Щодо поліпшення санітарно-гігієнічного стану

Оскільки поверхнева вода р. Тяжилівка містить в собі органічне та бактеріальне забруднення, що потрапляє з території міста, необхідно провести водоохоронні заходи, які унеможливають надходження забруднень у воду, особливо з території гаражного кооперативу «Маяк».

В зв'язку з дуже низьким вмістом розчиненого кисню у воді р. Тяжилівка необхідно провести санацію річки та організувати рух води в ній.

Встановлення прибережних захисних смуг уздовж русла р. Тяжилівка сприятиме запобіганню змиву з дощовими і талими водами забруднень з території міста.

Для запобігання подальшого забруднення ґрунту на прибережній території важкими металами та геогельмінтами необхідно провести його рекультивацію з вивезенням і захороненням забрудненого ґрунту та підсипкою чистого піску.

Необхідно провести аудит (контроль) збору та вивезення стічних вод з території гаражного кооперативу «Маяк». У разі необхідності провести заходи проти потрапляння у річку та її берегову зону забруднених геогельмінтами стічних вод.

Враховуючи забруднення дослідженого ґрунту яйцями геогельмінтів (аскариди) і важкими металами використання території вздовж р. Тяжилівка для

рекреаційних цілей без проведення санітарно-гігієнічних та водоохоронних заходів неможливе.

Щодо відновлення природної рослинності і контролю поширення інвазійних видів

Комплекс превентивних заходів включає:

- постійний моніторинг рослинного і тваринного світу через фіксацію видів у мережах iNaturalist, GBIF, в тому числі агресивних видів;
- природовідновлювальні заходи (створення протиерозійних насаджень з кущових видів верб; формування газонів з багаторічних злаків для закріплення окремих низьких ділянок річки; відновлення на мілководдях угруповань великих осок та інших видів, які фільтрують воду, тощо) (Гудзевич, 2014; Концепція, 2023);
- заходи щодо знищення вогнищ інвазійних видів рослин.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Агрокліматичний довідник по Вінницькій області (1986-2005 рр.) за ред. М.М.Кошавки та Т.І.Адаменко, Вінниця, 2011, 192 с.
2. Аналітична хімія поверхневих вод / Набиванець Б.Й. та ін. Київ: Наук. думка, 2007. 456 с.
3. Бок Р. Методы разложения в аналитической химии: пер. с англ. / под ред. А.И. Бусева и Н.В. Трофимова. Москва: Химия, 1984. 432 с.
4. Борова А. Екологічний стан малих річок Вінниці та способи його покращення. Вінниця: ВНАУ, 2022. 37 с.
5. Водний кодекс України [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws>.
6. Гавриков Ю.С. Реєстр річок Вінницької області (Довідковий посібник, 2-ге видання, доповнене). Вінниця: Басейнове управління водних ресурсів річки Південний Буг, 2018. 28 с.
7. Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення, затверджені наказом МОЗ України № 721 від 02.05.2022 р.
8. Горбачова Л.О. Сучасний внутрішньорічний розподіл водного стоку річок України. Український географічний журнал. № 3. 2015. С. 16-23.
9. Гудзевич А.В. Проблеми й перспективи Південнобузького екокоридору в умовах міста Вінниці // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. 2014. Сер. Географія, Вип. 26. С. 12-16.
10. ДБН А.2.1-1-2008 «Інженерні вишукування для будівництва. К.: Мінрегіонбуд України, 2008.
11. ДБН В.1.2.-2:2006. Навантаження і впливи. К., Мінбуд України, 2006.
12. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів, затверджені наказом МОЗ України № 173 від 19.06.96 р.
13. Дідух Я. П., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Геоботанічне районування України та суміжних територій // Укр. бот. журн. 2003. Т. 60, №1. С. 6–17.

14. ДСТУ 4808:2007 Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила відбирання. 2007. 36 с.
15. ДСТУ ISO 5667-12-2001. Якість води. Відбір проб. Частина 12. Настанови щодо відбору проб донних відкладів.
16. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. К., Мінрегіонбуд України, 2011.
17. Екологічний стан київських водойм. Київ: Фітосоціоцентр, 2010. 256 с.
18. Жежеря В.А., Линник П.Н., Жежеря Т.П., Скоблей М.П. Методические особенности пробоподготовки взвешенных веществ и донных отложений. *Гидробиол. журн.* 2015. Т. 51, № 6. С. 95–114.
19. Інструкція з відбирання, підготовки проб води і ґрунту для хімічного та гідробіологічного аналізу гідрометеорологічними станціями і постами. Затверджено наказом ДСНС України №30 від 19.01.2016 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0030388-16#Text>
20. Клімат України / Під ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ: Видавництво Раєвського, 2003.
21. Кліматичний кадастр України. УкрНДГМІ-ЦГО, Київ, 2006.
22. Концепція розвитку малих річок Вінниці до 2035 р. Вінниця: КП «Інститут розвитку міст», 2023. <https://www.vmr.gov.ua/media/2023/>
23. Лучшева А.А. Практическая гитрометрия. Л.: Гидрометеиздат, 1983.
24. Масенко Л.Т. Гідронімія східного Поділля. К.: Наукова думка, 1979.
25. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / за ред. В.Д. Романенка. Київ: Логос, 2006. 408 с.
26. Методика віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод. Затверджена наказом № 5 Міністерства екології та природних ресурсів України 14 січня 2019 року.

27. Методика гідроморфологічного моніторингу масивів поверхневих вод категорій «Річки» та «Озера». Затверджена Наказом Українського Гідрометцентру ДСНС України від 19 лютого 2019 року № 23.

28. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк, та ін. Київ: Символ-Т, 1998. 28 с.

29. Мудрак О.В. Фіторізноманіття Вінниччини: склад, рівні, характеристика // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2014. №3-4. С. 13-21.

30. Набиванец Б.И., Линник П.Н., Калабина Л.В. Кинетические методы анализа природных вод. Киев: Наук. думка, 1981. 140 с.

31. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Гидрометеорологические наблюдения на озерах и водохранилищах (3-е изд-е, переработ. и дополнен.). Вып. 7. Ч. 1. Ленинград. 1973. 203 с.

32. Небезпечні бур'яни. Біологічні забруднювачі довкілля м. Києва / В.В. Протопопова, М.В. Шевера. К.: ТОВ Поліграф-Експрес, 2010. 48 с.

33. Новоселова Т.Н., Силаева А.А. Некоторые особенности фитопланктона и зообентоса фоновых водотоков техно-экосистемы Хмельницкой АЭС: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. «Реки Сибири и Дальнего Востока. Иркутск: ИРОО «Иркутская Экологическая Волна», 2013. С. 67–70.

34. Новосьолова Т.М. Фітопланктон малої річки в умовах техногенного ветланду: матеріали наук. конф. «Стан і біорізноманіття екосистеми Шацького національного природного парку» (12–15 вер. 2013 р.). Львів: СПОЛОМ, 2013. С. 60–62.

35. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. Москва: Наука, 1982. 287 с.

36. Півошенко І.М. Клімат Вінницької області. Вінниця, 1997, 240 с.

37. План управління річковим басейном Південного Бугу на 2025-2030 роки. Затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 1 листопада 2024 р. № 1078-р. 2024. 345 с.

38. Поліщук В.В., Трав'янюк В.С., Коненко Г.Д., Гарасевич І.Г. Гідробіологія і гідрохімія річок Правобережного Придніпров'я. Київ: Наук. думка, 1978. 271 с.

39. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик / Под ред. Т. С. Шмидт. Л., Гидрометеиздат, 1984

40. Протасов О.О., Силаєва А.А., Новосьолова Т.М., Узунов Й.І. Оцінка екологічного потенціалу сильно змінених, штучних водних об'єктів і техноекосистем на основі компаративного підходу. *Гідробіол. журн.* 2020. Т. 56, № 1. С. 75–93.

41. Савранский Л.И., Наджафова О.Ю. Спектрофотометрическое исследование комплексообразования Cu, Fe и Al с хромазуолом S в присутствии смеси катионного и неионогенного ПАВ. *Журн. аналит. химии.* 1992. Т. 47, № 9. С. 1613–1617.

42. Силаєва А.А. Різноманітність донних безхребетних малих річок Полісся / Матеріали юбилейної науч. конф. «Биоразнообразие, экология, эволюция, адаптация» (Одесса, 28 мар. – 1 апр. 2003 г.). Одесса, 2003. С. 150.

43. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. М.: Стройиздат, 1983.

44. Справочник по водным ресурсам / под ред. Б.Стрельца. К., 1987.

45. Тимченко В.М. Экологическая гидрология водоемов Украины. Киев: Наук. думка, 2006. 383 с.

46. Труды украинского регионального научно-исследовательского института. Исследования, расчеты и прогнозы речного стока. Л.: Гидрометеиздат, 1986.

47. Хаєцький Г.С. Еколого-географічні проблеми малих річок басейну Південного Бугу. Географія та екологія: наука і освіта. Збірник матеріалів науково-практичної конференції. Умань. 2014. С. 340-343.

48. Цибульський О.І., Силаєва А.А. Безхребетні зообентосу та зооперифітону малої річки в урбанізованих умовах: тез. доп. VII Всеукр. наук. конф. «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології», присвячена 100-річчю від

дня заснування Національної академії наук України (м. Київ, 13–14 лист. 2018 р.). Київ, 2018. С. 146–147.

49. Цыбульский А.И., Силаева А.А. Донная фауна малой реки на участках с разной трансформацией русла: зб. наук. праць VIII Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю «Біологічні дослідження – 2017» (м. Житомир, 14–16 бер. 2017 р.). Житомир: Рута, 2017. С. 148–150.

50. Чаповский Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. Москва: Недра, 1975. 304 с.

51. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

52. Яцик А.В. Водогосподарська екологія. том II. К.: «Генеза», 2004.

53. Barinova S.S., Bilous O.P., Tsarenko P.M. Algal indication of water bodies in Ukraine: methods and perspectives. Haifa, Kiev: University of Haifa Publisher, 2019. 367 p.

54. Gorbatiuk L.O., Pasichna O.O., Platonov M.O. et al. Assessment of the current level of pollution of the lakes of Kyiv by petroleum hydrocarbons. *Hydrobiol. J.* 2021. Vol. 57, N 3. P. 95–101.

55. Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication. National University of Ireland. Galway. 2025. Режим доступу: [<http://www.algaebase.org>].