

МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет плодощовочівництва, екології та захисту рослин
Кафедра екології та безпеки життєдіяльності

Допущено до захисту
«___» _____ 2024 року
Зав. кафедри, к. с.-г., доцент
_____ Ольга ВАСИЛЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ ДОЩОВИХ СТИЧНИХ ВОД НА УРБАНІЗОВАНІ ТЕРИТОРІЇ

Виконала: студентка 2 курсу, групи 21м-ек
спеціальності 101 Екологія
ТЮКОВА Софія Сергіївна

Керівник: ВАСИЛЕНКО Ольга,
к. с.-г. н., доцент

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ДОЩОВИХ СТІЧНИХ ВОД НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ МІСТА (огляд літератури).....	5
1.1. Характеристика дощових стічних вод.....	5
1.2. Аналіз нормативних вимог щодо відведення і очищення дощових стічних вод в Україні та країнах ЄС.....	8
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..	14
2.1. Умови місцевості розміщення об'єкта дослідження.....	14
2.2. Об'єкт дослідження.....	15
2.3. Методика проведення досліджень.....	16
2.5. Охорона праці	19
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
3.1. Екологічна оцінка хімічного складу дощових стічних вод в межах урбоекосистеми.....	23
3.2. Забруднення водних об'єктів дощовими стічними водами.....	28
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА	31
ВИСНОВКИ.....	33
ПРОПОЗИЦІЇ.....	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	36
ДОДАТКИ.....	40

ВСТУП

Актуальність теми. Дощові стічні води, що формуються на території міст та промислових підприємств, є одними із факторів інтенсивного забруднення. Головними компонентами дощових стічних вод з урбанізованих територій є завислі речовини, розчинна органічна складова за ХСК, нафтопродукти різноманітного походження та загальний мінеральний склад. Сучасні методи очищення та відведення дощових стічних вод як в Україні так і в країнах світу показали, що використання методів, наближених до природних процесів фільтрації дощових стічних вод, є одним із пріоритетних напрямків поводження з даним типом стічних вод. Таким чином, актуальність роботи визначається необхідністю підвищення рівня екологічної безпеки природних водних об'єктів за рахунок очищення дощових стічних вод, що надходять з урбанізованих територій. Відведення поверхневого стоку з урбанізованих територій пов'язано з багатьма факторами і особливо проблематично на територіях, де відсутня або до кінця не узгоджена система каналізаційних споруд. Потрапляння даного типу стічних вод (без очищення) у водні об'єкти призводить до погіршення екологічного стану водойм [1]. На сьогоднішній день, сучасний стан українських міст, неможливість перебудови та модернізації територій, велика кількість водонепроникних поверхонь надзвичайно загострює актуальність питання вивчення впливу дощових стічних вод на урбанізовані території.

Мета роботи. Мета роботи полягає в оцінюванні впливу дощових стічних вод на навколишнє середовище в межах урбоекосистеми м. Іллінці Вінницької області. Для досягнення цієї мети поставлено такі **завдання**:

- оцінювання концентрації забруднюючих речовин в дощовому стоці на різні досліджуваних локаціях урбоекосистеми;
- визначення показника рН стічної дощової води на досліджуваних майданчиках;
- оцінювання результатів біотестування дощових стічних вод за допомогою *Rudbeckia laciniata*;

— оцінювання забруднення водних об'єктів дощовими стічними водами.

Наукове та практичне значення одержаних результатів. Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено, що дощові стічні води впливають на стан навколишнього природного середовища в межах урбоекосистеми, зокрема, це доведено за допомогою біоіндикації. Дослідження дощового стоку на урбанізованій території дозволяє оцінити вплив такого стоку води на навколишнє середовище, у тому числі на ґрунти та водні системи. Визначення рівня забруднення та кількості хімічних речовин у дощовій воді дозволить розробити заходи для запобігання забруднення та захисту навколишнього середовища.

Об'єктом дослідження є міські дощові стічні води, які утворюються під час опадів і є важливою складовою водного балансу м. Іллінці.

Апробація дипломної роботи відбувалась на Всеукраїнській студентській науковій конференції у 2024 році (Додаток А).

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ДОЩОВИХ СТІЧНИХ ВОД НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ МІСТА (огляд літератури)

1.1. Характеристика дощових стічних вод

Згідно Водного кодексу України, будь яка вода, що потрапляє на поверхню водозбірної території з атмосфери, є стічною водою [2], і поводження з такими водами потребують відповідних регулююч их документів і технічних засобів. В даній роботі розглядаються саме дощові стічні води, що утворюються на поверхні водозбірної урбанізованої території. Розгляд дощових стічних вод, як одного із негативних чинників, які впливають на стан навколишнього середовища, в наш час стає актуальною задачею як з позиції забезпечення екологічної безпеки природного середовища, так і з урахуванням їх подальшого використання. Проблема забруднених дощових стічних вод, крім технологій очищення та відведення, формує нові підходи щодо політики поводження за даним типом стічних вод [3].

Під поверхневим стоком можна розглядати всю атмосферну воду (дощі, сніг, крига, туман тощо), що потрапляє на територію міст, промислових підприємств, автодоріг, торговельних майданчиків, тобто, на всю поверхню водозбору. Забрудненість цього стоку носить нестабільний характер і головним чином залежить від території випадіння опадів [4].

За своїм складом дощова вода, що потрапляє на поверхню водозбору, є прісною водою з концентрацією водневих йонів (рН) 6,5-7,5 та мінеральним складом, що іноді співпадає з нормативами якості поверхневих вод, але при потраплянні опадів на поверхню урбанізованої території забрудненість дощової води істотно змінюється і даний тип вод являє собою небезпеку при надходженні до водних об'єктів або на пересічну місцевість. За мінімальними і середніми значеннями концентрацій в дощових стічних водах їх можна віднести до слабозабруднених господарсько-побутових стічних вод [5]. Зіставлення значень ХСК, визначених для фільтрованих і нефільтрованих проб

дощового стоку, свідчить, що основна кількість (понад 90 %) органічних сполук входить до складу завислих речовин.

Максимальні значення величини біохімічного споживання кисню (БСК) дощових стічних вод, одержані під час досліджень, приблизно відповідають значенням величин БСК неочищених слабоконцентрованих, господарсько-побутових стічних вод. Дослідження показують, що основним джерелом забруднення дощових вод є те, що вони накопичуються на поверхні доріг і змиваються стоком під час дощу тверді частинки.

Основними джерелами забруднення дощових стічних вод в містах та на промислових майданчиках є осаджувальні аерозолі, продукти руйнування дорожнього покриття, стирання шин та ерозії ґрунту. За умови обмеження інтенсивності надходження продуктів ерозії до значення середніх величин, найбільший внесок в формування забруднення стоку припадає на аерозольну складову (від 58% для великих і до 78% для малих міст). Від 10 до 25% складають продукти руйнування дорожнього покриття [6]. Лише за умови зниження запилення приземного шару атмосфери, концентрації винесення осаджувальних аерозолів зі стоком можна зменшити у декілька разів [7]. Такий підхід значною мірою виправданий з економічних міркувань. Наприклад, питомі капітальні витрати на очищення повітря від пилу на підприємствах чорної металургії (з розрахунку на затримання одного кг пилу), приблизно в 16-85 разів дешевше затримання цього ж пилу, але вже змитого дощем, на очисних спорудах дощових стічних вод [8]. Прогнозні розрахунки показують, що при доведенні вмісту пилу до нормативних вимог ПДК р.з. (10 мг/м^3), виключення шляхом нескладних заходів змиву ґрунту з газонів і відкритого ґрунту, підвищення зносостійкості дорожнього покриття з використанням сучасних технічних засобів, що загальне надходження забруднюючих речовин зі стоком можна зменшити на 30% [9].

Для України одним з перспективних шляхів поліпшення в цілому екологічного стану в містах є нормування накопичення тонкодиспергованих твердих часток на міській території з урахуванням виключення негативних наслідків цього процесу для всіх елементів навколишнього середовища,

зокрема водних об'єктів. У випадку, якщо існуючий природоохоронний і технологічний рівень не дозволяє зменшити загальне навантаження до граничного рівня, необхідно використовувати споруди для попереднього очищення дощових стічних вод [10].

До формування якісних характеристик дощового стоку з території підприємств, крім, концентрації аерозолів в атмосферному повітрі робочої зони і кількості еродованих поверхонь даної території, також відносяться відсоткова величина водонепроникних і водопроникних поверхонь, інтенсивність автомобільного руху на території підприємства, наявність систем очищення відпрацьованих газів та загальна чистота території.

Управління дощовими стічними водами є складним завданням для міських адміністрацій через кілька основних проблем:

1. Низька пропускна здатність зливових систем. Системи зливної каналізації часто не розраховані на великі об'єми води, що збільшуються через урбанізацію та кліматичні зміни. Під час сильних дощів може відбуватися перелив води на поверхню, що веде до затоплення вулиць і забруднення навколишнього середовища.

2. Забруднення водних ресурсів. Під час дощів забруднені стічні води можуть потрапляти до річок, озер та інших водойм, що погіршує якість води, а отже, становить загрозу для водозабезпечення, рибальства та інших водних ресурсів.

3. Вплив на здоров'я. У складі дощових стічних вод можуть бути патогенні мікроорганізми, що спричиняють різноманітні захворювання, зокрема інфекції шлунково-кишкового тракту. Це також загрожує здоров'ю людей, які мають доступ до забруднених водних ресурсів або контактують з ними.

4. Погіршення стану екосистем. Підвищення рівня забруднення дощовими водами може призвести до еутрофікації водних об'єктів, зокрема забруднення води азотом та фосфором, що негативно впливає на водні рослини, риб і тварин [11–14].

1.2. Аналіз нормативних вимог щодо відведення і очищення дощових стічних вод в Україні та країнах ЄС

Як було зазначено, відповідно до водного законодавства України дощові води, що відводяться у водні об'єкти, відносяться до категорії стічних вод. Згідно з Правилами охорони вод від забруднення [15] на них розповсюджуються такі ж вимоги, як і на господарсько-побутові і промислові води.

Оскільки практично у всіх містах дощові стічні води відводяться у водні об'єкти в межах міської території, то відповідно якість очищеної дощової води повинна відповідати якості води водного об'єкта культурно-побутового призначення [16, 17].

Останнім часом з'явилася велика кількість різного роду рекомендацій по відведенню поверхневого стоку [16], різних правил прийому дощових стічних вод в дощову каналізацію. Зокрема, недавно були затверджені Правила прийому дощових вод в дощову каналізацію Києва. Проте у всіх документах приводяться посилання на вимоги згаданого стандарту.

Абсолютно зрозуміло, що Україна сьогодні не має в своєму розпорядженні фінансових ресурсів і технічних засобів, за допомогою яких можна було б вирішити це завдання і забезпечити очищення забруднених дощових стічних вод до нормативної якості води водного об'єкта. Слід зазначити, що жодна розвинута країна Європи і США подібне завдання так спрощено перед собою не ставить, розуміючи її повну нереальність. Як наслідок на сьогоднішній день в Україні відсутня не тільки реальна нормативна база, але і яка-небудь чітка концепція рішення цієї проблеми. У цих умовах досвід ЄС в цій області і можливість його використання має велике значення.

За останні три десятиліття в ЄС розроблено приблизно 20 директив, що стосуються захисту водних ресурсів від забруднення. Ці директиви можна розділити на два види. У одних представлена цільова якість води водних об'єктів різного призначення, в інших містяться вимоги до відведення і очищення стічних вод.

Нижче розглядаються тільки Директиви, що містять безпосередньо вимоги до відведення дощових вод, або принципові підходи, які можуть бути використані при рішенні поставленої задачі в Україні.

Вперше вимоги до відведення і очищення дощових стічних вод з'явилися в Директиві про очищення комунальних стічних вод в 1976 р. [18]. Ця директива стосується збору, обробки і відведення комунальних і промислових стічних вод. В передмові до цього документа наголошується, що поняття комунальні стічні води включає крім господарсько-побутових також дощові стічні води, що відводяться по загальносплавній системі. Відповідно до цієї Директиви, держави – члени Європейського Співтовариства зобов'язані відводити стічні води в суспільну каналізацію для очищення. Вимоги до умов відведення і їх реалізація по термінах, в цій директиві залежали від кількості жителів в населеному пункті і т.з. «чутливості» водного об'єкта.

Для населених пунктів з більш ніж умовних 10 000 жителів, які скидають стічні води в «чутливі» водні об'єкти, термін підключення до міської каналізації закінчився вже в 1998 році. Виключення з цього правила могли складати об'єкти, реалізація яких не мала ніякої користі для навколишнього середовища, але вимагала надмірних, необґрунтованих витрат.

Згідно Директиві в останньому випадку можуть бути застосовані індивідуальні системи або інші відповідні заходи, що гарантують однаковий захисний ефект для навколишнього середовища.

Вже в такому трактуванні вперше з'являється можливість використання на практиці замість традиційного відведення дощових стічних вод по загальносплавній або роздільній каналізації, створення систем їх децентралізованої обробки безпосередньо на водозборі.

В додатку до Директиви згадується, що проектування, експлуатація, будівництво каналізаційних систем ґрунтується на оптимальних технічних знаннях, що виключає непомірно високі витрати. Це положення стосується перш за все маси і складу стічних вод, що скидаються у водні об'єкти і обмеження забруднення водоприймачів в результаті надходження забруднюючих речовин під час опадів, що призводить до переливів із

загальносплавної системи каналізації. Слід враховувати неможливість відведення у каналізацію суміші стічних вод під час випадання інтенсивних опадів (в Директиві рекомендується акумулювати і обробляти надлишок витрати стоку під час сухої погоди). Окрім цього слід передбачати відносно безпечну для водного об'єкту щорічну частоту переливів неочищених стічних вод із загальносплавної каналізації.

Слід зазначити, що згадана Директива була прийнята як основа для водних законодавств у всіх країнах ЄС. Проте конкретних вимог, що стосуються обмеження забруднення водоймищ через переливи загальносплавних систем каналізації в ній не міститься. На жаль і до теперішнього часу ці вимоги так і не розроблені.

З погляду визначення підходів до рішення даної проблеми і розробки вимог до відведення дощових стічних вод значний інтерес представляє Директива ЄС щодо інтегрованих заходів запобігання і зменшення забруднення навколишнього середовища [19].

Ця Директива передбачає запобігання або зменшення негативної дії виробничої діяльності на навколишнє середовище через координацію відомчих рішень, в яких враховано обмеження емісії забруднюючих речовин в повітря, воду, і ґрунт. Ці рішення повинні ґрунтуватися на застосуванні сучасних технічних досягнень. Ця Директива в першу чергу стосується діяльності промислових підприємств (енергетична промисловість, металообробка, нафтохімія і т. д.). Проте в ній значною мірою використовується актуальний для України, інтеграційний принцип захисту вод від забруднення дощовими стічними водами. Це цілеспрямована дія перш за все на джерела забруднення. Для дощових стічних вод вживання заходів щодо зменшення накопичення забруднень на поверхні водозбору, які змиваються у водний об'єкт, дуже важливо. Йдеться головним чином про тверді речовини, що утворюються за рахунок осадження пилу, накопичення на дорогах продуктів руйнування дорожніх покриттів, ерозії ґрунту і т.д. На основі такого підходу повинні формуватися вимоги до проектування, будівництва і утримування забудованої території.

У цій Директиві вперше з'являється поняття «найкраща доступна технологія». Це поняття надалі було упроваджено в основний рамочний закон щодо регулювання водного режиму [20] і поширено не тільки на установки, які впроваджені у вище згаданих галузях промисловості, але і на очисні споруди комунальних стічних вод. Це мало велике значення для удосконалення Європейської практики планування у області захисту водних об'єктів [21].

У понятті «найкраща доступна технологія» під значенням «доступна» мається на увазі доступність цієї технології не в якійсь окремо взятій країні – члені співтовариства, а значно ширше, в рамках ЄС. Нове формулювання істотно впливає на планування водоохоронної діяльності. Це важливий момент, на який необхідно звернути увагу при гармонізації українських нормативів з екологічними вимогами ЄС. З нього виходить, що при виборі «найкращої доступної технології» Україна повинна орієнтуватися не тільки на власні розробки і вживані на практиці технології, але і враховувати кращі досягнення в цій області в цілому в ЄС.

З появою в 2000 р. нової т.з. рамкової Директиви ЄС [22] були зазначені нові цілі в області захисту водних об'єктів від забруднення. Згідно статті 4 цієї Директиви країни ЄС повинні надалі не тільки запобігти погіршенню якості поверхневих і підземних вод, але і забезпечити хороший стан цих об'єктів. При цьому поняття «хороший стан» включає «хороший хімічний і екологічний стан».

У додатку V Директиви описується, що розуміється під цими поняттями. Таким чином в цій Директиві задані чіткі цілі покращення якості води і стану водних об'єктів. Одночасно визначається яким чином повинні досягатися поставлені цілі. Згідно цієї статті вимагається, щоб гранично допустимий скид забруднюючих речовин встановлювався на засадах застосування «найкращої доступної технології» очистки цих вод.

З цієї Директиви виходить основний висновок. При розробці вимог до відведення дощових стічних вод необхідно орієнтуватися, як на обмеження, що стосуються емісії забруднюючих речовин, так і на якість води водоприймача. Проте виконання встановлених обмежень може бути досягнуто тільки шляхом

застосування «найкращої доступної технології». Таким чином на перший план виходять технологічні вимоги до відведення стічних вод.

В останній редакції закону [20] з'явилося нове доповнення – водокористувач зобов'язаний уникати збільшення витрат при скиданні дощових стічних вод у водний об'єкт. Ця теза безпосередньо відноситься до відведення дощових стічних вод і необхідності зменшення використання водонепроникних покриттів, що має негативний вплив на водні об'єкти. Введення таких вимог в одному з головних водних законів практично зумовлює перегляд концепції міського водовідведення. На зміну класичному принципу швидкого відведення всіх дощових стічних вод за системою трубопроводів у водний об'єкт повинен прийти новий підхід. Це перш за все максимально можливе наближення міського водного балансу до т.з. «природного водного балансу», що мав місце раніше в природних умовах до забудови. У зв'язку з цим потрібна мінімізація долі водонепроникних площ, утримання і локальна обробка дощових стічних вод безпосередньо в місці утворення, переведення більшої частини стоку в підземну складову.

У цій редакції закону, значна увага приділяється самим раннім стадіям планування водозахисних заходів. Цьому присвячено §36 – Водогосподарський рамковий план §37b – План обробки і використання води, §18a – План відведення і очищення стічних вод [20].

Положення, що містяться в цих розділах, мають важливе значення для організації нового підходу до проектування міського водовідведення і перш за все відведення дощових стічних вод. Практика свідчить, що найбільша економія витрат може бути досягнута, коли вже на ранній стадії планування міської забудови і використання вільних площ передбачається локалізація і знешкодження дощових стічних вод безпосередньо на водозборі.

Ще одним з важливим документів регулюючим відведення і очищення стічних вод є постанова про стічні води [32]. Цей документ містить мінімальні вимоги до якості очищеної води т.з. – граничні значення показників якості води, встановлені на основі застосування потрібної «найкращої доступної технології». Ця постанова в першу чергу регулює роботу очисних споруд

(вимоги до скидання стічних вод з цих споруд). На жаль будь-яких чітких вимог до скидання дощових стічних вод або суміші з переливів із загальносплавної системи каналізації в ньому немає.

В останні роки на рівні країн Європи розроблено багато офіційних документів регулюючих відведення дощових стічних вод. В першу чергу це викликано широкою популярністю використання дощових стічних вод для поповнення запасів підземних вод за рахунок процесу інфільтрації. Цей принципово новий напрям в міському водовідведенні вимагає правового і нормативного забезпечення.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Умови місцевості розміщення об'єкта дослідження

М. Іллінці – центр Іллінецької міської територіальної громади Вінницького району Вінницької області. За даними державної служби статистики України, на початок 2024 року населення міста становило 10 405 мешканців. Знаходиться на етнографічній межі Східного Поділля і Наддніпрянщини в низинній місцевості при злитті річок В'язовиці та Собка, котрі тут впадають у річку Соб. Неподалік від міста розташований Іллінецький метеоритний кратер.

Основну частку у забруднення атмосферного повітря у місті і громаді, вносить транспорт і промисловість: у Іллінецькій міській територіальній громаді, частка викидів від автотранспорту до загального обсягу викидів складає в середньому понад 70% (2,1 тис. т), на 1 км² території громади припадає 2,3 т викидів забруднюючих речовин, а на одного мешканця – 54,5 кг.

Іллінці – здебільшого промислове місто з розвинутою сферою послуг.

З промпідприємств на території міста функціонують:

- Молокозавод «Люстдорф»;
- Іллінецький цукровий завод;
- ТОВ «Люстдорф» монополіст у виробництві Т-молока в Україні;
- ТОВ «Іллінецький цукровий завод»;
- ТОВ «Іллінцібудматеріали» – Іллінецький цегельний завод;
- Компанія Шефф-Груп – багатопрофільне підприємство з виробництва металоконструкцій і машинобудування;
- ТОВ «Ремсільмаш»;
- Підприємство групи «Укртехнофос»;
- КП «Іллінціхліб»;
- Україно-швейцарське підприємство «Технолан»;
- Державне підприємство «Іллінецьке лісове господарство»;

- Підприємство по виготовленню меблів;
- Іллінецьке відділення Липовецької філії ПрАТ Зернопродукт МХП;
- Рибопереробне підприємство «Мореман»;
- Підприємство «Кремінь»;
- Будівельні організації та транспортні підприємства;
- Комунальне підприємство «Добробут», що спеціалізується на переробці відходів, а також виготовленні плитки з поліетилену;
- Низка малих приватних підприємств.

2.2. Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є міські дощові стічні води, які утворюються під час опадів і є важливою складовою водного балансу міських територій (рис. 2.1).



Рис 2.1. Міські дощові стічні води відібрані в місцях відкриття стокових колекторів міста, безпосередньо перед потраплянням цих вод в річкові водотоки

Забруднення дощового поверхневого стоку відбувається в результаті розчинення газів та пилу із приземних шарів атмосфери, змиву верхніх шарів ґрунту та зруйнованих дорожніх покриттів, промислових відходів у вигляді викидів, витоку нафтопродуктів, миття транспорту та ін.

Ступінь забруднення дощових вод залежить від ряду факторів: географічного розташування, кліматичних умов, інтенсивності та тривалості випадання атмосферних опадів, забрудненості повітряного басейну, санітарного стану басейну водозбору, виду поверхневих покриттів територій; наявності поблизу промислових зон, автомобільних доріг та об'єму транспортних навантажень [23].

Забрудненість поверхневого стоку включає дві складових: основна забрудненість, що визначається зливом накопичених на поверхні забруднювачів, і фоновая, що виникає через ерозію (розмив) самих поверхонь [24].

2.3. Методика проведення досліджень

Відбір проб дощового стоку із дотриманням всіх вимог згідно [25] проводився в квітні 2024 року після випадіння короткочасних, але дуже інтенсивних опадів, в різних районах м. Іллінці:

- 1) в спальному районі міста (багатоквартирна забудова) поблизу автодороги з інтенсивним рухом транспортних засобів;
- 2) в межах групи багатоквартирних будинків, умовно в середині житлового кварталу;
- 3) у межах приватного сектору;
- 4) на території міського парку;
- 5) на території багатопрофільного підприємства з виробництва металоконструкцій і машинобудування (табл. 2.1).

Характеристика місць відбору проб дощового стоку

№	Місце відбору	Характеристика місця розташування	Адреса
1	Багатоквартирна забудова поблизу автодороги з інтенсивним рухом транспортних засобів	На відстані < 20 м від дороги з інтенсивним рухом автотранспорту, < 10 м від внутрішньоквартального проїзду	вул. Європейська, 17
2	Багатоквартирна забудова (житловий квартал)	На відстані > 20 м до внутрішньоквартальних проїздів, стоянки автомобілів та місць накопичення ТПВ	вул. Студентська, 34
3	Приватний сектор	На перехресті змішаного типу. Відстань до автодоріг < 15 м	вул. Незалежності, 41
4	Міський парк «Активний парк»	На території парку відстань до автодоріг понад 50 м	вул. Соборна, 72
5	Територія підприємства з виробництва металоконструкцій і машинобудування	На відстані ~10 м від автодороги з інтенсивним рухом транспорту та < 10 м до стихійної парковки	вул. Івана Гонти, 1

Оцінка зміни якості води шляхом відстоювання проводилась із водою, відібраною в місцях відкриття стокових колекторів міста, безпосередньо перед потраплянням цих вод в річкові водотоки.

Стан якості води визначався у відповідності до загальноприйнятих методик [26] в атестаційній лабораторії міського комунального підприємства.

Хімічний аналіз пріоритетних забруднюючих речовин у пробах дощового стоку проводився із застосуванням наступних методів: колориметричного, гравіметричного, флуориметричного, титриметричного та потенціометричного.

Колориметричний метод використовувався для визначення концентрації амонійного азоту у зразках дощового стоку алокацій дослідження.

Гравіметричним методом визначалася концентрація зважених речовин, флуориметричним – концентрація нафтопродуктів у досліджуваних зразках.

Показник рН визначався потенціометричним методом.

Кількість розчиненого кисню у воді (мг/л) визначалась методом Варкала – це йодометричний метод, який базується на реакції окислення йодиду йодом у кислому середовищі під впливом кисню, що міститься в пробі води. Кількість йоду визначають титруванням його розчину з використанням натрійтитрату.

Визначення електропровідності відбувалось за допомогою електропровіднометра (мікроскопічний метод).

Каламутність води оцінювали фільтраційним методом.

Оцінка впливу дощового стоку на рослини проводилась методом біоіндикації з використанням досліджуваних зразків зливових вод. Для проведення досліджень використовувалося насіння тест-рослини, чашки Петрі та ґрунт універсальний. Використання квіткових трав'янистих рослин є перспективним для озеленення урбоєкосистем [27], тому в якості тест-рослини використовувалося насіння квіткової трав'янистої рослини *Rudbeckia laciniata* `Goldquelle`. Перед дослідженням насіння тестувалося на схожість: чашки Петрі на половину наповнювались універсальним ґрунтом, який зволожували відстояною водопровідною водою, після чого укладали 30 насінин тест-рослини та покривали ґрунтом, спостереження та догляд проводили протягом 21 дня. Зволоження ґрунту проводили через кожні 3 дні, з 30 насінин зійшло 29 шт. (97%), що дозволило проводити подальший експеримент. Проведення експерименту з дощовою водою проводили аналогічно до тестування на схожість.

Натурним методом на майданчиках які розташовано в зонах багатоквартирної забудови та у приватному секторі було досліджено вплив дощового стоку з різним хімічним складом на розвиток трав'янистих рослин *Rudbeckia laciniata* `Goldquelle`, які використовуються для озеленення. В березні 2024 року насіння висаджували в ящики для розсади, полив проводили кожні 3 дні відстояною водопровідною водою, температуру у приміщенні підтримували на рівні +19...+21 °C (рекомендована в діапазоні +18...+25 °C). Висадку у відкритий ґрунт проводили в квітні, на майданчики висаджували по 10 рослин однаковими довжинами стебла на відстані 25 см одна від одної.

Оцінка проводилась в липні місяці за такими показниками як: середня довжина стебла та середня площа листа, адже саме ці показники мають значний вплив на захисні функції зелених насаджень [28]. Середня довжина стебла визначалася як середнє арифметичне показників 10-ти рослин на кожному майданчику. Для визначення середньої площі листа з кожної рослини відбиралось по 5 неушкоджених листків з кожної рослини, після отримання 50-ти показників для кожного майданчика, розраховувалось середнє арифметичне.

2.4. Охорона праці

Дослідження забруднення дощової води та стічних вод є важливим етапом моніторингу стану довкілля. Однак під час проведення таких досліджень необхідно забезпечити безпеку та здоров'я працівників, які займаються відбором проб, їх транспортуванням та подальшим аналізом. Враховуючи різноманітність забруднювальних речовин, що можуть потрапляти в дощові води (токсичні хімічні сполуки, патогенні мікроорганізми, важкі метали та ін.), а також специфіку роботи з стічними водами, необхідно приділяти особливу увагу охороні праці.

Потенційні небезпеки та ризики для здоров'я під час дослідження забруднення води:

1. Хімічні ризики. Забруднення дощових вод часто включає хімічні речовини, які можуть бути токсичними або небезпечними для здоров'я. Це можуть бути важкі метали (наприклад, свинець, ртуть, кадмій), пестициди, поліциклічні ароматичні вуглеводні та інші хімічні сполуки, що потрапляють в атмосферу від промислових підприємств, транспорту або сільського господарства. Неправильне поводження з такими речовинами під час відбору проб або їх транспортування може призвести до хімічних опіків, отруєнь або інших серйозних захворювань.

2. Біологічні ризики. Дощова вода може містити патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії, віруси та гриби, які є причиною інфекційних захворювань. Наприклад, підвищена концентрація бактерій родів *Escherichia*

coli та *Enterococcus* у стічних водах є показником забруднення води фекаліями. Працівники, які працюють з такими водами, можуть піддаватися ризику зараження інфекційними хворобами через прямий контакт з водою або через забруднене обладнання.

3. Механічні ризики. Під час роботи на місцях відбору проб у міських умовах можуть бути створені небезпеки, пов'язані з транспортуванням проб до лабораторій, рухом транспорту, а також фізичними зусиллями при зборі проб, що можуть призвести до травм або аварій.

Для забезпечення безпеки працівників, які займаються дослідженням дощових вод і стічних вод, повинні бути дотримані низка стандартних заходів охорони праці:

1. Особисті засоби захисту. Під час збору проб дощової води, роботи з водою та її транспортування необхідно використовувати спеціальне захисне обладнання:

- Рукавиці: латексні або нітрилові рукавички для захисту від хімічних речовин та патогенних мікроорганізмів.
- Респіратори: для захисту органів дихання від викидів пилу, хімічних парів чи токсичних аерозолів, які можуть бути присутніми в повітрі.
- Захисний одяг: спеціальний халат або комбінезон, який захищає від контакту з водою, яка може містити небезпечні речовини.
- Захисні окуляри та щитки: для захисту очей від можливих хімічних сплошин або механічних часток, що можуть потрапити в організм.
- Взуття: спеціальне гумове або полімерне взуття для роботи у вологих умовах.

2. Гігієна та санітарія:

- Після роботи з дощовими та стічними водами працівники повинні ретельно мити руки з милом, а також використовувати дезінфікуючі засоби для обробки рук і робочого інструменту.
- Всі робочі засоби та обладнання повинні бути регулярно очищені та дезінфіковані.

- Лабораторії повинні бути оснащені відповідними вентиляційними системами для забезпечення безпеки персоналу при роботі з токсичними або шкідливими хімічними речовинами.

3. Навчання та інструктаж. Перш ніж приступити до роботи з дощовими водами, персонал має пройти спеціальне навчання та інструктаж з охорони праці, де повинні бути роз'яснені:

- Потенційні небезпеки, з якими вони можуть зіткнутися під час роботи.
- Правила використання засобів індивідуального захисту.
- Дії у разі аварійних ситуацій, зокрема при забрудненні шкіри або органів дихання.

4. Екологічно безпечні методи Для зменшення впливу на навколишнє середовище та зниження ризиків для здоров'я, рекомендується застосовувати екологічно безпечні методи відбору проб, обробки та транспортування води, наприклад:

- Використання одноразових контейнерів для проб, що мінімізує ризик забруднення води або наявність залишкових речовин після дослідження.
- У разі можливості застосовувати методи біоіндикації або інші екологічно чисті підходи до аналізу, що не потребують використання токсичних реагентів.

Міські стічні води можуть містити не тільки хімічні забрудники, але й патогенні мікроорганізми, які можуть спричинити серйозні інфекції у разі потрапляння в організм людини. Для забезпечення безпеки при роботі з такими водами необхідно вжити наступних заходів:

1. Моніторинг якості води. Проведення регулярного моніторингу забруднення стічних вод за допомогою безпечних методів, що дозволяють швидко виявляти небезпечні концентрації токсичних речовин та мікроорганізмів.

2. Запобіжні заходи при аваріях. У разі аварійної ситуації (наприклад, розливу забрудненої води) необхідно негайно вжити заходів з локалізації забруднення, евакуації персоналу та надання першої медичної допомоги.

Охорона праці під час дослідження забруднення дощових вод та стічних вод є важливим аспектом, який вимагає не лише суворого дотримання техніки безпеки, а й систематичного навчання персоналу. Правильне використання засобів індивідуального захисту, дотримання санітарних норм та екологічно безпечних методів роботи дозволяють знизити ризики для здоров'я та забезпечити ефективність досліджень [29].

РОЗДІЛ 3.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Екологічна оцінка хімічного складу дощових стічних вод в межах урбоекосистеми

Забруднення поверхневого стоку в межах урбоекосистем відбувається в результаті розчинення газів та пилу із приземних шарів атмосфери, змиву верхніх шарів ґрунту та зруйнованих дорожніх покриттів, промислових відходів у вигляді викидів, витоку нафтопродуктів, миття транспорту та ін.

Ступінь забруднення дощових вод залежить від ряду факторів: географічного розташування, кліматичних умов, інтенсивності та тривалості випадання атмосферних опадів, забрудненості повітряного басейну, санітарного стану басейну водозбору, виду поверхневих покриттів територій; наявності поблизу промислових зон, автомобільних доріг та об'єму транспортних навантажень [30].

Забрудненість поверхневого стоку включає дві складових: основна забрудненість, що визначається зливом накопичених на поверхні забруднювачів, і фоновая, що виникає через ерозію (розмив) самих поверхонь [31].

Особливо високі концентрації забруднюючих речовин характерні для поверхневого стоку з території крупних торгових центрів, магістралей з інтенсивним рухом транспорту [32], автотранспортних підприємств, товарно-сировинних баз. Значний винос завислих речовин відбувається з невідпорядкованих територій будівельних майданчиків [33]. В таблиці 3.1 приведені фактичні (за результатами досліджень) концентрації забруднюючих речовин дощового стоку в межах дослідних локацій.

Середня концентрація забруднюючих речовин в дощовому стоці на досліджуваних локаціях, мг/л

Показники	Місця відбору проб				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Азот амонійний	1,8	0,32	1,6	0,40	1,95
Азот нітратний	0,54	0,21	0,43	0,21	0,87
Азот нітритний	0,44	0,7	0,31	0,29	0,53
Фосфор	0,54	0,14	0,38	0,17	0,48
Зважені речовини	959	219	787	481	1024
Нафтопродукти	1,5	0,7	3,7	0,6	9,1

У досліджуваних зразках стоку з трьох досліджуваних форм азоту переважав амонійний азот, що свідчить про слабо протікаючі процеси окиснення. Вміст фосфору у дощових водах локації приватного сектору помітно вищий, в порівнянні з об'єктами щільної забудови, що може свідчити про використання фосфатних добрив, які з часом вимиваються з ґрунту. На території багатоповерхової забудови на вміст фосфору в дощовому стоці впливає щільність населення та інтенсивність руху транспортних засобів. Основним джерелом надходження нафтопродуктів у дощовий стік є автомобільні дороги та стоянки автомобілів, що підтверджується результатами проведених досліджень. Велика кількість зважених речовин на майданчиках пояснюється пиловими частинками з автодоріг.

Показник рН дощового стоку міського парку, приватного сектору та майданчика, що розміщений в середині житлового кварталу характеризується як нейтральний, а для територій багатоквартирної забудови та підприємства з виробництва металоконструкцій і машинобудування – слаболужний (рис. 3.1).

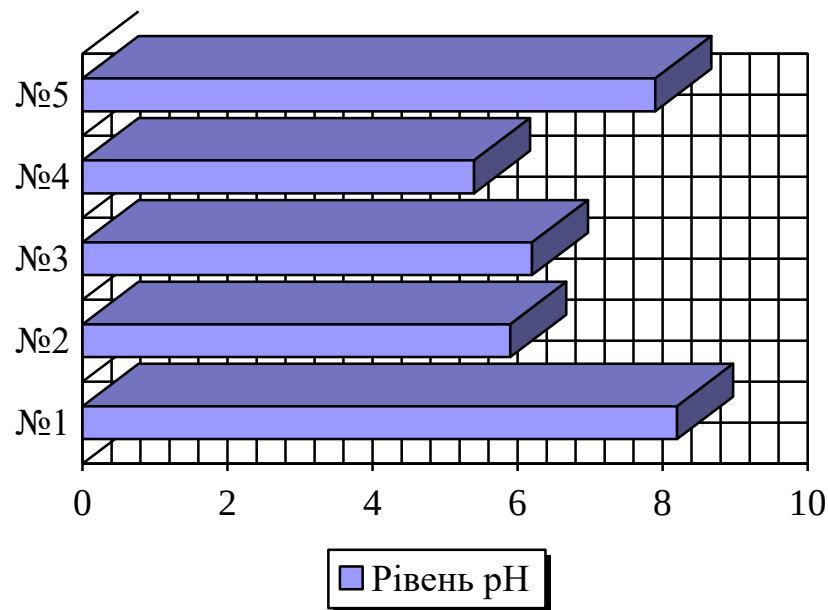


Рис. 3.1. Показник рН стічної дощової води на досліджуваних майданчиках

Території обраних локацій дослідження мають подібні характеристики складу і властивостей ґрунтів, природних вод і рослинного покриву. Проте якщо порівнювати особливості накопичення та відведення дощового стоку у районах багатоквартирної забудови та у приватному секторі можна виділити наступні відмінності:

1) у приватному секторі переважна більшість ділянок землі з природним ґрунтом, який має більш високу проникність, ніж штучні покриття в межах багатоповерхової забудови, що дозволяє дощовій воді проникати крізь ґрунт.

2) у приватному секторі менш розвинена система стічної інфраструктури порівняно з районами багатоквартирної забудови.

Відсутність зливових стоків, каналізаційних систем та дренажних колекторів може призводити до того, що дощова вода збирається на ділянках або стікає у непідготовлені місця, в тому числі і на території локацій дослідження, які у приватному секторі розташовано хаотично із порушенням вимог. Ще однією причиною накопичення дощового стоку на території обраних локацій, яка властива для як приватної, так і багатоквартирної забудови – ґрунтове покриття з дикорослими травами, яке є найбільш розповсюдженим.

Для оцінки впливу дощового стоку на рослини урбоєкосистеми ми проводили моніторинг даного впливу методом біоіндикації з використанням досліджуваних зразків зливових вод. Для проведення досліджень використовувалося насіння такої декоративної тест-рослини як *Rudbeckia laciniata*.

На рисунку 3.2. представлені результати тестування на схожість насіння *Rudbeckia laciniata* залежно від того, з якого дослідного майданчика брали дощову стічну воду для пророщування.

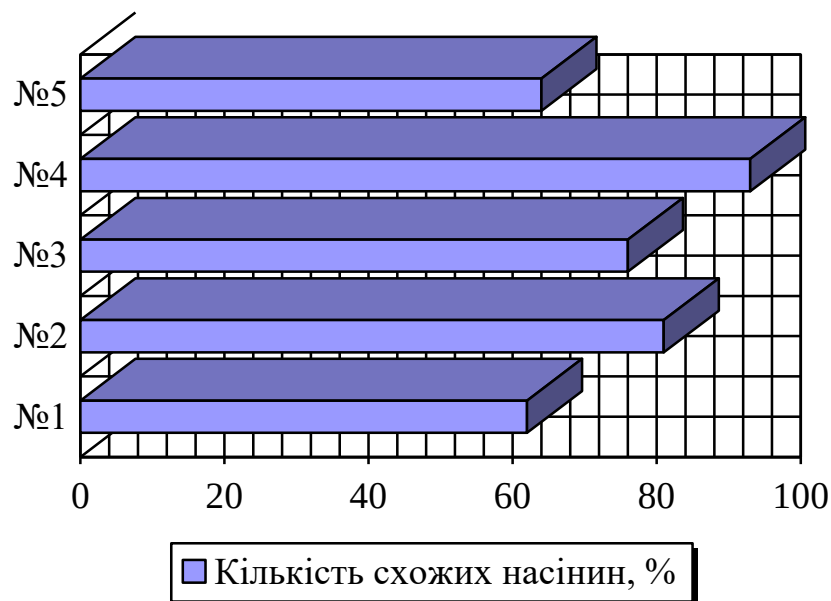


Рис. 3.2. Результати біотестування дощових стічних вод за допомогою *Rudbeckia laciniata* (кількість схожих насінин, %)

Найнижчий показник схожості у насіння тест-рослини для поливу якої використовували воду дощового стоку з досліджуваних локацій, який розташовано в зоні багатоквартирної забудови, вздовж дороги з інтенсивним рухом транспорту та з території підприємства з виробництва металоконструкцій і машинобудування.

Натурним методом на майданчиках, які розташовано в зонах багатоквартирної забудови та у приватному секторі, було досліджено вплив дощового стоку з різним хімічним складом на розвиток трав'янистих рослин *Rudbeckia laciniata* 'Goldquelle', які використовуються для озеленення (табл. 3.2).

Результати вимірювання параметрів рослин *Rudbeckia laciniata*

Показник	Місце проведення дослідження		
	№ 1	№ 2	№ 3
Середня довжина стебла, см	53,73	79,32	68,09
Середня площа листя, см ²	3,53	4,61	4,09

Найкращі показники характерні для території житлового кварталу, віддалено від джерел антропогенного впливу, найгірші – у локації, яка межує з автомагістраллю з інтенсивним рухом транспорту (аналогічно до попередніх досліджень).

Отже, через неякісну систему відведення дощового стоку забруднена вода стікає з автодоріг та тротуарів, накопичується та затримується на урбанізованих територіях, що має негативний вплив на стан екологічної безпеки. Результати хімічного аналізу свідчать про високий рівень забруднення дощового стоку на дослідних майданчиках в межах м. Іллінці, які розташовано поблизу автодоріг та стоянок для автомобілів та підприємства із виготовлення металоконструкцій, в порівнянні із досліджуваним майданчиком, який розташовано у міському парку. Показник рН дощового стоку міського парку дорівнює 5,4, а показники рН зливових стічних вод відібраних з локацій, які розташовано в межах багатоквартирної забудови та на території підприємства із виготовлення металоконструкцій дорівнюють 8,2 та 7,9 відповідно, що дозволяє віднести зразки до слаболужних. Доведено, що хімічний склад зливових вод впливає на проростання, ріст та розвиток рослин, які використовуються для озеленення урбоєкосистеми, що, як наслідок, має вплив на захисні функції зелених насаджень.

3.2. Забруднення водних об'єктів дощовими стічними водами

Забруднення водних об'єктів дощовими стічними водами має спорадичний характер. Даний тип забруднень за своїми якісними характеристиками підходить до слабо-забруднених господарсько-побутових вод, тому має значний вплив на водні об'єкти, особливо на об'єкти з непроточною водою (ставки, озера) та на невеликі річки.

Нами були проведені роботи щодо оцінки впливу дощових стічних вод на водні об'єкти м. Іллінці. Як відомо [34], даний тип забруднень при надходженні до водних об'єктів дуже важко контролювати, оскільки головна частина забруднення припадає на перші 10–20 хв. дощу.

Для дослідження було відібрано по 2 проби дощової води в місцях міських колекторів (скиду дощових стічних вод у водні об'єкти) з двох районів міста Іллінці (дві річки Соб та Сібок) (рис. 3.3).

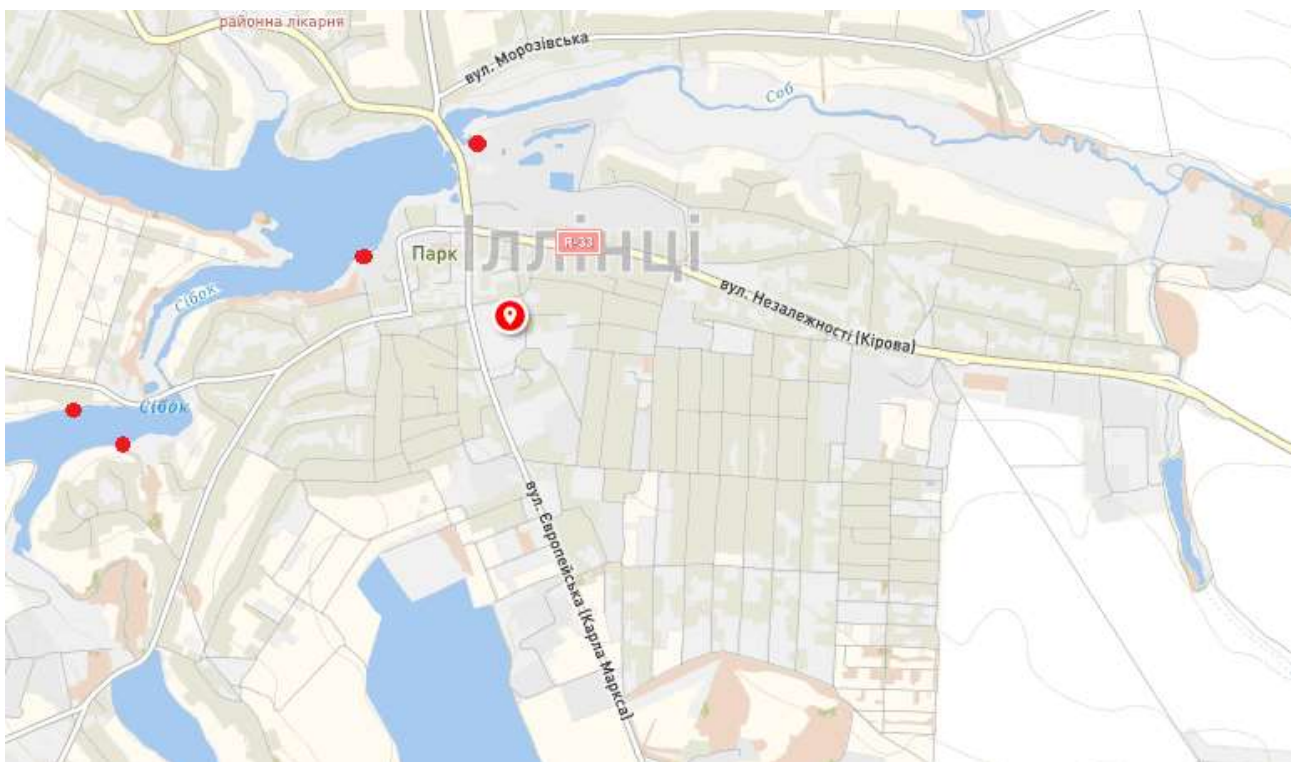


Рис. 3.3. Точки відбору проб води в м. Іллінці

Виміряно такі показники як температура, рівень рН, кількість розчиненого кисню, електропровідність та каламутність, як до (табл. 3.3), так і після двотижневого відстоювання (табл. 3.4).

Таблиця 3.3

Аналіз проб води до двотижневого відстоювання

Номер проби	Показник рН	Температура, °С	К-сть розчиненого кисню, мг/л	Електропровідність, мкСм/см	Каламутність
р. Соб					
1	6,68	17,60	8,40	60,10	189,70
2	7,17	17,30	6,50	102,70	114,56
р. Сібок					
1	7,32	17,80	4,00	234,00	80,40
2	7,97	17,60	6,10	439,00	95,30

Найбруднішою пробою води до двотижневого відстоювання за показниками каламутності та електропровідності виявилася вода, що зібрана біля колектора, що викидає міські стічні дощові води в р. Соб біля місцевого парку.

Таблиця 3.4

Аналіз проб води після двотижневого відстоювання

Номер проби	Показник рН	Температура, °С	К-сть розчиненого кисню, мг/л	Електропровідність, мкСм/см	Каламутність
р. Соб					
1	6,59	18,40	1,85	82,60	11,20
2	5,94	18,30	4,15	74,18	9,29
р. Сібок					
1	7,24	18,20	3,80	48,75	4,90
2	7,53	18,40	5,80	69,60	6,40

Після того, як вода відстоювалась, найбруднішою за показниками електропровідності та каламутності залишилася вода зібрана біля колектора до викидає міські стічні дощові води в р. Соб біля місцевого парку, що говорить про те, що у воді наявні дрібнодисперсні частинки, найменший показник каламутності був у воді з р. Сібок, з правого берегу від приватної забудови передмістя.

В ході дослідження було доведено, що механічний метод є доволі ефективним для очищення дощових вод, оскільки більшість показників змінились у кращу сторону. Механічний метод полягає у відстоюванні та

фільтруванні стічних вод, що містять грубодисперсні домішки на ґратах. Для точності результатів, тобто щоб вода зберігала свій початковий склад, ми використовували метод відстоювання. Крім того, визначено перспективи їх очищення перед скидом у поверхневі водойми.

Виходячи з досліджень проведених нами, було розроблено наступні поради, задля зменшення рівня забруднення дощових вод: необхідно протидіяти забрудненню навколишнього середовища, особливо вулиць та водних об'єктів, встановлювати відстоювальні фільтри у дощових каналізаціях, якісно обслуговувати злизові лотки, очищаючи їх від сміття, наприклад від пластику, уламків дерев тощо.

РОЗДІЛ 4.

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Біоіндикація дощових вод є важливим інструментом для моніторингу екологічного стану водних ресурсів та оцінки рівня забруднення. Вона дозволяє оцінити якість води за допомогою живих організмів, що служать індикаторами змін у навколишньому середовищі. Вартість проведення біоіндикаційних досліджень включає різні складові витрат, такі як закупівля необхідного обладнання, лабораторні дослідження, заробітна плата персоналу та інші операційні витрати.

Основні складові витрат (табл. 4.1):

Закупівля обладнання та матеріалів Для проведення біоіндикації дощових вод необхідно використовувати спеціалізоване обладнання та реагенти. Це можуть бути інструменти для збору води (наприклад, контейнер для проб), тест-системи для визначення токсичності води та інші необхідні матеріали для проведення досліджень.

Оплата праці Витрати на оплату праці персоналу включають заробітну плату для науковців, екологів, лаборантів та інших фахівців, які займаються відбором проб, проведенням експериментів та аналізом результатів.

Лабораторні дослідження Оскільки біоіндикація вимагає лабораторного аналізу водних проб (визначення концентрацій токсичних речовин, моніторинг фізико-хімічних характеристик), важливо враховувати витрати на лабораторні послуги та обладнання.

Обробка та аналіз даних Після збору проб та проведення експериментів необхідно провести обробку та інтерпретацію отриманих даних. Це може включати програмне забезпечення для обробки екологічних даних, статистичний аналіз та підготовку звітів.

Приклад економічних витрат на біоіндикацію дощових вод

Складова витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість за одиницю, грн	Загальна вартість, грн
Закупівля обладнання (контейнери для проб, реагенти)	одиниця	10	500	5000
Оплата праці (еколог, лаборант)	місяць	2	8000	16000
Лабораторні дослідження (аналіз води на токсичність, хімічні показники)	проба	20	300	6000
Програмне забезпечення для обробки даних	ліцензія	1	1500	1500
Транспортні витрати (поїздки на місце відбору проб)	поїздка	5	200	1000
Всього	-	-	-	29600

Оцінка витрат та ефективності

Загальна вартість біоіндикаційних досліджень може варіюватися в залежності від кількості проб, рівня дослідження та вимог до точності результатів. Однак, незважаючи на певні витрати, біоіндикація має значну перевагу у порівнянні з іншими методами моніторингу, оскільки дозволяє отримати точну інформацію про екологічний стан водних ресурсів без потреби в дорогих хімічних аналізах.

Завдяки своїй доступності та інформативності, метод біоіндикації є важливим інструментом для органів державного контролю та підприємств, що займаються охороною навколишнього середовища. Враховуючи потенційні витрати, цей метод допомагає зменшити довгострокові витрати на очищення води та мінімізувати ризики для здоров'я населення.

ВИСНОВКИ

1. Забруднення дощового поверхневого стоку відбувається в результаті розчинення газів та пилу із приземних шарів атмосфери, змиву верхніх шарів ґрунту та зруйнованих дорожніх покриттів, промислових відходів у вигляді викидів, витоку нафтопродуктів, миття транспорту та ін.

2. У досліджуваних зразках дощового стоку з трьох досліджуваних форм азоту переважав амонійний азот, що свідчить про слабо протікаючі процеси окиснення. Вміст фосфору у дощових водах локації приватного сектору помітно вищий, в порівнянні з об'єктами щільної забудови, що може свідчити про використання фосфатних добрив, які з часом вимиваються з ґрунту. На території багатоповерхової забудови на вміст фосфору в дощовому стоці впливає щільність населення та інтенсивність руху транспортних засобів. Основним джерелом надходження нафтопродуктів у дощовий стік є автомобільні дороги та стоянки автомобілів, що підтверджується результатами проведених досліджень. Велика кількість зважених речовин на майданчиках пояснюється пиловими частинками з автодоріг.

3. Показник рН дощового стоку міського парку, приватного сектору та майданчика, що розміщений в середині житлового кварталу характеризується як нейтральний, а для територій багатоквартирної забудови та підприємства з виробництва металоконструкцій і машинобудування – слабо лужний.

4. Найнижчий показник схожості у насіння тест-рослини для поливу якої використовували воду дощового стоку з досліджуваних локацій, який розташовано в зоні багатоквартирної забудови, вздовж дороги з інтенсивним рухом транспорту та з території підприємства з виробництва металоконструкцій і машинобудування.

5. Результати дослідження впливу дощового стоку з різним хімічним складом на розвиток трав'янистих рослин *Rudbeckia laciniata*, які використовуються для озеленення, дозволяє зробити висновок, що найкращі показники характерні для території житлового кварталу, віддалено від джерел

антропогенного впливу, найгірші – у локації, яка межує з автомагістраллю з інтенсивним рухом транспорту.

6. В ході дослідження було доведено, що механічний метод є доволі ефективним для очищення дощових вод, оскільки більшість показників змінилися у кращу сторону. Механічний метод полягає у відстоюванні та фільтруванні стічних вод, що містять грубодисперсні домішки на ґратах. Для точності результатів, тобто щоб вода зберігала свій початковий склад, ми використовували метод відстоювання. Крім того, визначено перспективи їх очищення перед скидом у поверхневі водойми.

7. Дослідження міських стічних дощових вод є важливим інструментом для розробки заходів з управління водними ресурсами в містах. Вони дозволяють:

- Виявити найбільш забруднені території та визначити джерела забруднення.
- Розробити стратегії для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.
- Покращити якість водних ресурсів і забезпечити стійкий розвиток міських територій.
- Знизити ризики для здоров'я населення.

ПРОПОЗИЦІЇ

Виходячи з досліджень проведених нами, було розроблено наступні поради, задля зменшення рівня забруднення дощових вод: необхідно протидіяти забрудненню навколишнього середовища через стокові дощові води, особливо вулиць та водних об'єктів, встановлювати відстоювальні фільтри у дощових каналізаціях, якісно обслуговувати злизові лотки, очищаючи їх від сміття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гриценко А.В., Горбань Н.С., Зинченко І.В., Мацак А.О. Аналіз нормативних вимог щодо відведення та очищенню дощових стічних вод в Україні та країнах. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: зб. наук. пр. УКРНДІЕП*. Харків. 2019. С. 3-11.
2. Водний кодекс України: чинне законодавство зі змінами та допов.
3. Томільцева А.І., Яцик А.В., Мокін В. Б. Екологічні основи управління водними ресурсами. Київ: Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2021. 200 с.
4. Горбань Н.С., Хват В.М., Саєнко С.І., Аскретков Д.М., Ревякіна Н.Ю., Жуковська В.Д, Шостенко О.Ю., Фомін С.С., Олійник В.О., Малєєва О.П. Аналіз нормативних документів щодо відведення та очистки дощових стічних вод в Україні та європейських країнах. Проект методики встановлення технологічних нормативів відведення дощових вод у водні об'єкти: звіт про НДР. Харків, УКРНДІЕП, 2019. 94. С5.
6. Винарчук О. О. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейнів річок Лівобережного лісостепу України за критеріями мінералізації води та забруднення компонентами сольового складу. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 4: Географія і сучасність*. 2022. №. 20. С. 78-84. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_4_2014_20_12.
7. Auerbach D.A. Beyond concrete: accounting for ecosystem services from freeflowing rivers. *Ecosystem Services*. 2024. Vol. 10. P. 1-5.
8. Gilvear D.J., Spray C.J., Casas-Mulet R. River rehabilitation for the delivery of multiple ecosystem services at the river network scale. *Journal of environmental management*. 2023. Vol. 126. P. 30-43. doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.03.026
9. Горбань Н.С., Зинченко І.В., Мацак А.О. Підвищення екологічної безпеки водних об'єктів шляхом використання методів попереднього очищення дощових стічних вод. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: зб. наук. пр. УКРНДІЕП*, 2015. С. 87-90.

10. Cotman M, Zagorc-Koncan J, Droic A. Study of impacts of treated wastewater to the Krka river, Slovenia. *Water Sci Technol*. 2021. 44(6):47-54. <https://doi.org/10.2166/wst.2001.0337>
11. William J. Cosgrove¹, Daniel P. Loucks. Water management: Current and future challenges and research directions. *Water Resour. Res*. 2019. 51. 4823–4839. <https://doi.org/10.1002/2014WR016869>
12. Nartey VK, Hayford EK, Ametsi SK. Assessment of the Impact of Solid Waste Dumpsites on some surface water systems in the Accra Metropolitan Area, Ghana. *Journal of Water Resource and Protection*. 2022. 4:605-61 [10.4236/jwarp.2012.48070](https://doi.org/10.4236/jwarp.2012.48070)
13. Хільчевський В. К., Курило С. М. Хімічний склад атмосферних опадів на території України та його антропогенна складова. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. №. 4. С. 63–74
14. Хільчевський В. К., Курило С. М., Забокрицька М. Р. Антропогенна складова хімічного складу атмосферних опадів та їх вплив на геосистеми. *Географічна наука і освіта: від констатації до конструктивізму: матеріали Міжнарод. наук. конференції*. Київ, 2018. С. 86–88.
15. Постанова Кабінету Міністрів України № 465 «Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» [Чинний від 25.03.99].
16. Санпін № 4630-88 «Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення» [Чинний від 01.01.1989].
17. Постанова кабінету міністрів України № 303 «Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього середовища і стягнення цього збору» [Чинний від 01.03.99].
18. Директива щодо очищення стічних вод (EU-Richtlinie 91/271EWG), DE., 30.05.1991. 17 р.
19. Директива Європейської ради щодо комплексного запобігання та контролю забруднення (EU-Richtlinie 96/61EG, EU., 24.09.1996. 15 р.).
20. Закон щодо організації водного балансу (WHG (1996/2002) Gesetz zur Ordnung des WasserhaushaltsWasserhaushaltsgesetz), DE., 1996. 18 р.)

21. Schneider, F. Messtechnische Untersuchung und modelltechnische Beschreibung des Speicher- und Abflußverhaltens von Mulden-Rigolen-Systemen. Schriftenreihe für Stadtentwässerung und Gewässerschutz Nr. 20, Ed. H.-R. Verworn, SUG Verlag, Hannover. 2020.

22. Директива Європейського парламенту та ради про встановлення рамок дій Співтовариства у галузі водної політики (Richtlinie 2000/60 EG des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (WRRL), EU, 23.10.2000).

23. Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 09.12.2022 № 1134-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>

24. Pichura V., Potravka L., Skok S., Vdovenko N. Causal regularities of effect of urban systems on condition of hydro ecosystem of Dnieper river. *Indian Journal of Ecology*. 2020. 47(2). URL: [//hdl.handle.net/123456789/4261](http://hdl.handle.net/123456789/4261)

25. Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.1996 року № 173. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96>.

26. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П., Яцик А. В. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ: Символ. 1998. 28 с.

27. Стаднік В. Ефективність використання квіткових трав'янистих рослин для озеленення дитячих майданчиків урбанізованих територій. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2021. №. 3. С. 57–62.

28. Стаднік В. Ю., Тихомирова Т. С., Грекова А. В. Механізми захисту навколишнього середовища зеленими насадженнями від зважених частинок (РМ). Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених: матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції магістрантів та аспірантів. Харків : НТУ «ХПІ», 2022. С. 364–365.

29. Млавець Ю.Ю. Охорона праці. Ужгород: ДВНЗ “УжНУ”, 2021. 56 с.

30. Піциль А. О., Буднік І. П. Поверхневий стік як складова в міграції полютантів з ландшафтних комплексів. Проблеми екології та еволюції екосистем в умовах трансформованого середовища. К.: ДУ «ІЕЕ НАН України». 2017. С. 125.

31. Скок С. В. Вплив зливових та каналізаційних стічних вод на якість річки Дніпро в зоні дії Херсонської урбосистеми. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2020. № 2. С. 122–129.

32. Биткова Т.В., Ричак Н.Л., Гричаний О.М. Використання дощової води на урбанізаційних територіях та управління якістю зливових стоків: еколого-економічний аспект. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія Економічна*. 2018. Випуск 94. С.15-28. <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2018-94-02>

33. Юрченко В.О., Коротченко М.В., Бригада О.В., Михайлов Л.С. Дослідження технологічних характеристик поверхневого стоку з автомобільних доріг. *Автошляховик України*. Київ, 2022. Вип. 4 (228). С. 44-47.

34. Мостепан О.В. Дослідження впливу зливових вод з автомобільних доріг у забруднення водних об'єктів (на прикладі м. Харкова). *Вісник Харківського національного автомобільного дорожнього університету*. 2017. Випуск 48. С. 37-41.

ДОДАТКИ