

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології та екологічної безпеки

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО**
СЕРЕДОВИЩА МЕТОДОМ БІОІНДИКАЦІЇ

Виконав: студент групи ЕКО-19м
за спеціальністю 101 “Екологія”

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Варакса В. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Трач І. А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Сидорук Т.І.

(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2020 року

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

Кафедра екології та екологічної безпеки

Напрямок підготовки 101 «Екологія»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕЕБ,

к.т.н., доцент

В.А.Іщенко

(підпис)

“ ” 2020 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Вараксі Вікторії Влеріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА МЕТОДОМ БІОІНДИКАЦІЇ

керівник роботи Трач Ірина Анатоліївна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджено наказом по ВНТУ від “ ” 2020 року №

2. Строк подання студентом роботи “ ” 2020 року

3. Вихідні дані до роботи:

Морфометричні параметри досліджуваних зразків (Додаток Б).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналіз забруднення водного середовища.
2. Методи дослідження забруднень водного середовища.
3. Екологічний аналіз токсичної дії забруднень водного середовища.
4. Економічний розрахунок процесу утилізації пестицидів.
5. Природоохоронні заходи щодо зменшення впливу небезпечних відходів на довкілля.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Світові запаси прісної води
2. Класифікація забруднень навколишнього середовища (за Г.В.Стадницьким і А.І.Радіоновим)
3. Схема забруднення води сільським господарством
4. Ієрархічна структура біоти водойм
5. Джерела забруднення водойм та основні групи токсикантів

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	д.е.н., професор Мороз О.О.		

7. Дата видачі завдання “ ___ ” _____ 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Найменування етапів МКР	Термін Виконання
1.	Розробка технічного завдання	
2.	Аналіз забруднення водного середовища	
3.	Методи дослідження забруднень водного середовища	
4.	Екологічний аналіз токсичної дії пестицидів методом біоіндикації	.
5.	Економічний розрахунок процесу утилізації пестицидів	
6.	Природоохоронні заходи щодо зменшення впливу небезпечних відходів на довкілля	
7.	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини	.
8.	Підготовка презентації та доповіді на захист МКР	

Студент _____ Варакса В. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Трач І.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	4
ABSTRACT.....	5
ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	8
1.1. Загальна характеристика та класифікація забруднень водного середовища.....	8
1.2 Вплив забруднення на живі компоненти водного середовища	17
1.3 Вплив на здоров'я людини забрудників водного середовища.....	21
1.4 Аналіз забруднень водного середовища галузями господарства.....	27
2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	38
2.1 Методи аналізу забруднень.....	38
2.2 Типове обладнання для аналізу забруднень води.....	46
3 ЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ТОКСИЧНОЇ ДІЇ ПЕСТИЦИДІВ МЕТОДОМ БІОІНДИКАЦІЇ	50
3.1 Організми-біоіндикатори токсичних речовин у водному середовищі....	51
3.2 Використання біоіндикації для аналізу забруднень.....	57
3.3 Методики біотестування та біоіндикації забрунення водного середовища.....	62
4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСУ УТИЛІЗАЦІЇ ПЕСТИЦИДІВ.....	72
4.1 Порівняння різних схем термічного знешкодження пестицидів.....	72
4.2 Техніко-економічні показники процесу утилізації пестицидів.....	79
5 ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВІДХОДІВ НА ДОВКІЛЛЯ.....	87
5.1 Вплив використання пестицидів та органічних розчинників на навколишнє природне середовище.....	87
5.2 Методи оцінки токсичної дії небезпечних відходів на водні об'єкти....	91
5.3 Природоохоронні заходи щодо зменшення впливу забруднення	

	3
небезпечними відходами водних об'єктів.....	93
ВИСНОВКИ.....	97
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	98
Додаток А Технічне завдання.....	102
Додаток Б Вихідні дані.....	104

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 107 стор., 34 рис., 11 табл., 35 джерел.

В магістерській роботі здійснено екологічний аналіз токсичної дії забрудників водного середовища. Наведено детальну класифікацію забруднень водного середовища, основні джерелами забруднення і засмічення водою. Розглянуто вплив на живі компоненти водного середовища та на здоров'я людини. Здійснено аналіз забруднень водного середовища галузями господарства.

Наведено методи дослідження забруднень водного середовища, типове обладнання для аналізу, описано особливості застосування ГІС-технології для аналізу поширень забруднень водного середовища.

Розглянуто екологічний аналіз токсичної дії забруднень водного середовища та організми-біоіндикатори токсичних речовин у водному середовищі, також використання біоіндикації для аналізу забруднень.

Сформульовано рекомендації по зменшенню техногенної дії забруднень водного середовища, що включає в себе комплекс заходів, спрямованих на зниження забору води промисловими, комунальними, сільськогосподарськими та іншими об'єктами та технологічно виправдане зменшення загальної витрати води у виробничих процесах.

Метою роботи є екологічна оцінка забруднення водного середовища методом біоіндикації.

Галузь застосування – охорона навколишнього природного середовища.

Ключові слова: ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА, БІОІНДИКАЦІЯ, ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ, ПЕСТИЦИДИ.

ANNOTATION

In the master's work an ecological analysis of the toxic effects of water pollutants is carried out. The detailed classification of pollution of the water environment, the main sources of pollution and clogging of reservoirs is given. The influence on living components of the aquatic environment and on human health is considered. The analysis of pollution of the water environment by the branches of economy is carried out.

The methods of studying the pollution of the water environment, typical equipment for analysis, and the features of application of GIS-technology for the analysis of the spread of pollution of the aqueous medium are described.

An ecological analysis of the toxic effects of water pollution and organisms-bioindicators of toxic substances in the aqueous medium is considered, as well as the use of bioindication for the analysis of pollution.

Recommendations on reducing the technogenic action of pollution of the water environment are formulated, which includes a set of measures aimed at reducing water intake by industrial, municipal, agricultural and other objects, and the technologically justified reduction of the total water consumption in production processes.

The aim of the work is the ecological assessment of water pollution by bioindication.

Field of application - environmental protection.

Key words: ECOLOGICAL ASSESSMENT, BIOINDICATION, AQUATIC ECOSYSTEMS, PESTICIDES.

ВСТУП

Актуальність. Україна належить до держав з низьким рівнем водозабезпеченості. За запасами місцевих ресурсів річкового стоку на душу населення Україна посідає одне з останніх місць у Європі (В Україні на 1 жителя припадає 1,0 тис. м³, в Європі – 4,6 тис.м³). З цим фактом пов'язане створення ставків і водойм, що спричинило зникнення малих річок, затоплення значних територій родючих земель.

Дана тема є актуальною, оскільки, у цілому по Україні водні ресурси (річковий стік і підземні води) використовуються повністю, а в багатьох південних районах нашої держави відчувається гострий дефіцит води. Для ліквідації цього дефіциту доводиться вдаватися до трудомістких і дорогих заходів – перекидання води каналами та будівництва водосховищ. До забруднювачів джерел водопостачання відносять: стічні побутові та промислові води, стікання дощових і талих вод із сільськогосподарських полів. Забруднення води відбувається: відходами, що поглинають кисень; отруйними речовинами (пестицидами, гербіцидами); нафтою й нафтопродуктами; відходами органічного синтезу (мийними речовинами); радіоактивними та хімічними речовинами

Метою роботи є екологічна оцінка забруднення водного середовища методом біоіндикації.

Завдання дослідження. Для виконання поставленої мети потрібно було виконати наступні завдання:

1. Проаналізувати забруднення водного середовища.
2. Обґрунтувати методи дослідження забруднень водного середовища.
3. Здійснити екологічний аналіз токсичної дії пестицидів методом біоіндикації.
4. Провести економічний розрахунок процесу утилізації пестицидів.
5. Розробити природоохоронні заходи щодо зменшення впливу небезпечних відходів на довкілля.

Об'єкт дослідження: визначення забруднення водного середовища методом біоіндикації.

Предмет дослідження – процес забруднення водного середовища токсичними компонентами.

Наукова новизна полягає в наступному:

Вдосконалено методику екологічного контролю впливу небезпечних забруднювачів, зокрема, пестицидних препаратів, на водні об'єкти методом біотестування та біоіндикації, що дало можливість визначити фітотоксичність широко використовуваних отрутохімікатів в сільському господарстві.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання одержаних результатів для оцінки впливу забрудників на водне середовище та живі організми.

Методи дослідження. Використано методи комплексного, системного науково-обґрунтованого аналізу, а також методи математичної статистики та кореляційного аналізу.

1 АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

1.1 Загальна характеристика та класифікація забруднень водного середовища

Гідросфера – це водяна сфера нашої планети, сукупність океанів, морів, вод континентів, льодовикових покривів. Загальний об'єм (рис 1.1) природних вод становить близько 1,39 млрд. км³ (0,025% маси Землі), які вкривають 71% поверхні планети (361 млн. км²). Але це переважно гірко-солоня морська вода, непридатна для пиття й технологічного використання. Прісна вода становить усього 2% її загальної кількості на планеті, причому 85% її зосереджено в льодовикових щитах Гренландії та Антарктиди, айсбергах і гірських льодовиках. І лише 1% прісної води містять річки, озера й підземні води; саме ці джерела й використовує людство для своїх потреб.



Рисунок 1.1 – Світові запаси прісної води

Людина по відношенню до води виступає водокористувачем, або водоспоживачем, що в будь-якому випадку передбачає її вплив на водойми, шляхом забруднення, засмічення, виснаження останніх. Під забрудненням розуміють насичення вод такими речовинами і в таких кількостях, які

погіршують якість води і спричинюють різні негативні наслідки. З точки зору господарського використання водні об'єкти вважаються забрудненими, якщо вони стали частково або повністю непридатними хоч би для одного з видів водокористування.

Якість поверхневих вод визначається двома групами факторів: зовнішніми впливами у вигляді алохтонних (що надходять ззовні водного об'єкта) джерел забруднення і внутрішньоводоймових процесів, що включають у себе процеси самоочищення й утворення автохтонних (породжених у самому водному об'єкті) джерел забруднення. Зовнішні джерела впливу класифікуються за походженням, локалізацією, тривалістю впливу, видом носія забруднюючих компонентів і видом забруднення[1].

Забруднення, у загальному розумінні, – це надходження у навколишнє середовище або виникнення у ньому нових нехарактерних хімічних сполук чи незвичних надлишкових кількостей речовин (рис 1.2), що існували раніше, які мають шкідливий вплив на екосистеми та людину, і яких екосистеми не можуть позбутися шляхом самоочищення. Надлишок одних речовин або наявність інших призводить до змін екологічних факторів, які визначають якість екосистем та закономірності їхнього функціонування. При цьому порушуються колообіги речовин і енергії, знижується інтенсивність асиміляції продуцентів і біопродуктивність біоценозів загалом.



а)

б)

Рисунок 1.2 – Забруднення (а, б) водного середовища

Існують різні принципи класифікації забруднень. Розглядаючи процес забруднення біосфери у широкому розумінні з позицій теорії перешкод, Г.В.Стадницький і А.І.Радіонов [2] запропонували класифікувати їх наступним чином (рис. 1.3): інгредієнтне забруднення – як сукупність речовин, кількісно або якісно чужорідних екосистемам; параметричне – спричинене зміною якісних параметрів екосистем чи оточуючого середовища загалом; стаціонарно-деструктивне – зміна ландшафтів і екологічних систем у процесі природокористування з метою оптимізації їх в інтересах людини.

Основними джерелами забруднення і засмічення водою є:

- стічні води промислових та комунальних підприємств;
- відходи від розробок рудних і нерудних копалин;
- води рудників, шахт, нафтопромислів;
- відходи деревини при заготівлі, обробці, сплаві лісових матеріалів (кора, тирса, тріска, колоди, хмиз та ін.);
- викиди водного, залізничного та автомобільного транспорту;
- первинна переробка льону, коноплі та інших технічних культур [3].



Рисунок 1.3 – Класифікація забруднень навколишнього середовища (за Г.В.Стадницьким і А.І.Радіоновим)

Найінтенсивнішими забруднювачами поверхневих вод є великі целюлозно-паперові, хімічні, нафтопереробні, харчові та текстильні підприємства, гірничорудні і металургійні комбінати, а також сільськогосподарське виробництво.

Сільське господарство – один з найбільших споживачів і, одночасно, забруднювачів природних вод внаслідок використання міндобри́в, пестицидів та інших хімікатів, функціонування великих тваринницьких комплексів, зрошування земель (рис 1.4).

Щорічно лише азотних добрив вноситься в ґрунт понад 50 млн. т. Повсюдно відбувається забруднення вод добривами і пестицидами, небезпечними своєю токсичністю. У багатьох сільських районах з інтенсивним застосуванням азотних добрив вже сьогодні в 50% колодязів вода містить нітрати, а нітритів – вже понад норму – 20 мг/л; в переважній більшості випадків їхній вміст сягає 100...1500, а подекуди – більше 2000 мг/л. Відомі випадки тяжких захворювань, навіть смертності дітей, особливо немовлят.



Рисунок 1.4 – Схема забруднення води сільським господарством

В разі надходження в поверхневі стоячі водойми значних кількостей нітрогенмістких та фосфатних сполук з полів створюються умови для швидкого

розмноження влітку синьозелених водоростей і погіршення стану водойми – евтрофікації, яка спричинює:

- збільшення каламутності води;
- появу неприємного запаху і смаку води внаслідок виділення у воду продуктів розкладання органічних речовин та метаболітів;
- створення гіпоксичних умов і прискорення процесів гниття;
- зниження рН води;
- загибель окремих видів гідробіонтів.

Гранульовані добрива швидко вимиваються із ґрунту при кожному випаданні атмосферних опадів, що спричиняє до постійного забруднення нижніх шарів ґрунту і, як наслідок, до забруднення підземних водоносних горизонтів. За рахунок того, що водопроникність ґрунтів є різною, то й швидкість вимивання буде різною. Так на піщаних ґрунтах практично всі внесені азотні добрива були вимиті із орного шару за 30 днів експерименту, проте основна маса була вимита із шару протягом перших 15 діб після розчинення добрива. Це свідчить про те, що внесені добрива, які не будуть відразу засвоєні кореневою системою рослин, будуть проникати в глибинні шари недоступні для рослин.

Крім хімічного неорганічного забруднення природних вод, сільське господарство сприяє їхньому органічному та бактеріальному забрудненню. Збагачені органікою та хвороботворними бактеріями тваринницькі стоки безперешкодно потрапляють у поверхневі та підземні води. Евтрофікація водоймищ, коли збільшення у водоймищах біогенних речовин, зокрема тих, що містять багато азоту і фосфору, порушує в них нормальний біологічний кругообіг, викликає загнивання їх, зменшення вмісту кисню.

Найважливішим наслідком (табл. 1.1) забруднення води є те, що, потрапляючи у водойми, забруднювальні речовини спричинюють зниження її якості, з подальшим негативним впливом на навколишнє середовище та здоров'я населення.

Таблиця 1.1 – Наслідки впливу сільськогосподарської діяльності на довкілля

Види діяльності	Виробничий цикл	Наслідки впливу на довкілля
Оранка, посів, обробка, збирання переробка	Оранка ґрунту	Збільшення концентрації важких металів у водному середовищі, ланцюгах харчування
	Обробка ґрунту	Розвиток водної, вітрової та технічної ерозії; утворення плужної підшви; збільшення тягового зусилля в результаті ущільнення ґрунту
	Внесення добрив, меліорантів і засобів захисту рослин	Забруднення води та ґрунту хімічними речовинами і хвороботворними організмами; нагромадження пестицидів в організмі по харчових ланцюгах
	Обробка та збирання корене та бульбоплодів	Розвиток ерозії, ущільнення родючого шару ґрунту, виносземлі з поля з продукцією; пошкодження бульб і пов'язані з цим втрати с/г продукції при зберіганні
	Збирання зернових і кормових культур	Покращення умов живлення для шкідників у зв'язку з втратою частини продукції; втрата зеленої маси при її навантаженні, дроблення і травмування зерна, загибель тварин під машинами
	Сушіння, очищення, сортування та зберігання зерна і насіння, отримання трав'яного борошна	Забруднення навколишнього середовища токсичними газами в процесі сушіння, отримання недостатньо чистого посівного матеріалу і засмічення посівів; пошкодження зерна і втрати продукції при зберіганні
	Утримання тварин	Забруднення і зараження навколишнього середовища гноєм, забруднення повітряного басейну газами, що утворюються у процесі життєдіяльності тварин і розкладання гною; забруднення природних вод стоками тваринницьких ферм
	Випасання тварин	Виснаження пасовищ, забруднення території (лісів, водойм, ярів, пасовищ) гноєм
	Утримання тварин	Забруднення навколишнього середовища (скидання стічних вод у водойми та ґрунту)
Відгодовування тварин	Миття тварин, очищення приміщень та їх дезінфекція; гідрозмив гною	Забруднення навколишнього середовища (скидання стічних вод у водойми та ґрунт)
	Підготовка кормів, миття посуду і апаратури	
	Механізація виробничих процесів	

Дуже небезпечними є синтетичні миючі засоби, котрі потрапляють у водоймища, і навіть незначна їх кількість викликає неприємний смак і запах води та утворює піну і плівку (рис. 1.5) на поверхні, що утруднює доступ кисню та призводить до загибелі водних організмів.



а)

б)

Рисунок 1.5 – Забруднення води (а, б) миючими засобами

До особливих видів забруднення належить також заростання водойм водоростями, особливо синьо-зеленими, гниття яких викликає захворювання і загибель риби. Ця дуже гостра проблема характерна для водоймищ басейну Дніпра.

Особливо небезпечним для здоров'я людини є забруднення природних вод побутовими стоками. Така забруднена вода зовсім непридатна для постачання населенню, оскільки містить збудники різноманітних інфекційних захворювань (паратиф, дизентерія, інфекційний вірусний гепатит, туляремія та ін.). Підраховано, що на нашій планеті майже 500 млн. людей щорічно хворіє через користування забрудненою водою. В Індії, наприклад, де фекальні інфекції викликають велику кількість інфекційних захворювань, за десятиріччя (1940-1950 рр.) померло від шлунково-кишкових захворювань 27,43 млн. чоловік.

До страшних наслідків призводить забруднення вод важкими металами. В Японії масове забруднення вод морської затоки поблизу міста Мінамато

викликало хворобу мінамато, при якій ртуттю отруювалась риба, що є основним джерелом білкової їжі населення даного міста. У хворих порушувалася мова, послаблювався зір, параліч сковував м'язи рук, ніг. Інша хвороба – ітай-ітай – викликана хронічним отруєнням кадмієм, що знаходиться в рисі. В свою чергу рис нагромаджував цю речовину через забруднення відходами гірничодобувної промисловості, розміщеної навколо полів. Смертність серед хворих досягла 50%.

У результаті інтенсивного використання людством водних ресурсів відбуваються значні кількісні й якісні зміни в гідросфері. Кількісні зміни полягають у тому, що в певних районах змінюються кількість води, придатної для господарських потреб, водний баланс, режим рік тощо. Якісні зміни зумовлені тим, що більшість річок і озер є не лише джерелом водопостачання, а й тими басейнами, куди скидають промислові, сільськогосподарські й господарсько-побутові стоки. Це призвело до того, що нині на Землі вже практично не залишилося великих річкових систем з гідрологічним режимом і хімічним складом води, не спотворених діяльністю людей [1,3].

Забруднення гідросфери поділяють на хімічне, фізичне, біологічне й теплове.

Хімічне забруднення води відбувається внаслідок надходження у водойми з стічними водами різних шкідливих домішок неорганічної (кислоти, мінеральні солі, луги тощо) й органічної природи (нафта й нафтопродукти, органічні сполуки, поверхнево-активні речовини, миючі засоби, пестициди тощо). Більшість з них є токсичними (отруйними) для мешканців водойм. Це – сполуки миш'яку, свинцю, ртуті, міді, кадмію, фтору тощо. Вони поглинаються фітопланктоном і передаються далі по харчових ланцюжках більш високоорганізованим організмам, що супроводжується кумулятивним ефектом, який полягає в прогресуючому збільшенні вмісту шкідливих сполук у кожній наступній ланці харчового ланцюжка. Скажімо, в фітопланктоні вміст шкідливої сполуки буде в десять разів більше, ніж у воді, в зоопланктоні (рачки, личинки тощо) – підвищиться ще в десятеро, в рибі, яка харчується

зоопланктоном, – ще вдесятеро. У результаті в тканинах хижої риби (щука, судак) концентрація отрути може в тисячі разів перевищувати її концентрацію у воді, що небезпечно для птахів, тварин та людини.

Фізичне забруднення води пов'язане із зміною її фізичних властивостей – прозорості, вмісту суспензій та інших нерозчинних домішок, радіоактивних речовин і температури.

Суспензії (пісок, намул, глинисті частки) потрапляють у водойми головним чином за рахунок поверхневого змиву дощовими водами зсільськогосподарських полів.

Теплове забруднення водойм є особливим видом забруднення гідросфери. Воно спричинене спуском у водойми теплих вод від різних енергетичних установок. Величезна кількість тепла, що надходить з нагрітими водами в ріки й озера, істотно змінює їх термічний і біологічний режими. Серед теплових забруднювачів гідросфери перше місце посідають АЕС.

Як свідчать спостереження, у ріках, які розташовані нижче від діючих ТЕС і АЕС, порушуються умови нересту риб, гине зоопланктон, риби уражуються хворобами й паразитами.

Біологічне забруднення водного середовища-полягає у надходженні до водойм із стічними водами різних видів мікроорганізмів, рослин і тварин (віруси, бактерії, грибки, найпростіші, черви), яких раніше тут не було. Багато з них є хвороботворними для людей, тварин і рослин. Серед біологічних забруднювачів перше місце посідають комунально-побутові стоки, особливо коли вони надходять у водойми без очищення. Проте навіть за наявності очисних споруд деяка кількість вірусів, бактерій все ж не затримується фільтрами й потрапляє у водойми. Промисловими біологічними забруднювачами є підприємства шкірообробної промисловості, м'ясокомбінати, цукрові заводи[4].

1.2 Вплив забруднення на живі компоненти водного середовища

Структурно-ієрархічна організація водної біоти (рис. 1.6), що склалася у ході еволюційного процесу, визначає різні рівні реагування гідробіонтів на негативний вплив токсичних речовин, причому кожен вищий рівень організації коригує зміни, що відбулися на нижчих рівнях, і, в свою чергу, коригується вищими рівнями екологічної ієрархії – аж до біосферного [5]. Токсичні ефекти на нижчих рівнях, як правило, нівелюються на більш високих рівнях організації живих систем і тому не завжди проявляються у видимих реакціях гідробіонтів, хоча вони можуть відігравати суттєву роль у процесах наслідування генетично обумовлених ознак і відтворення нащадків у більш віддалений час. Характер реакцій-відгуків гідробіонтів на дію токсичних речовин залежить від їхнього систематичного положення, екологічної групи, закономірностей філогенезу, спадкової схильності, функціонального стану, віку, статі, біомаси і чисельності. Токсичні ефекти по-різному проявляються на генному, хромосомному, клітинному, тканинному, організменному та надорганізменному рівнях.



Рисунок 1.6 – Ієрархічна структура біоти водойм

Складна ієрархічна структура водних екосистем (рис. 1.7) обумовлює величезну різноманітність реакцій реагування на токсичне забруднення представників біоти, які відносяться до рослинного та тваринного світу. Механізм реагування полягає у послідовній зміні біохімічних і фізіологічних реакцій організму, спрямованих на відновлення ушкоджених функцій(компенсаторні реакції). У випадку тривалої дії або високої інтенсивності чинника, що обумовлює глибокі незворотні ушкодження, розвиваються різні патології, або організм гине. У водних рослин найбільш показовою реакцією на токсичні впливи є зниження інтенсивності або повне припинення фотосинтезу. Речовини, які викликають такий ефект, називаються інгібіторами фотосинтезу. До них, зокрема, належать важкі метали (особливо мідь і цинк), пестициди та ПАВи.

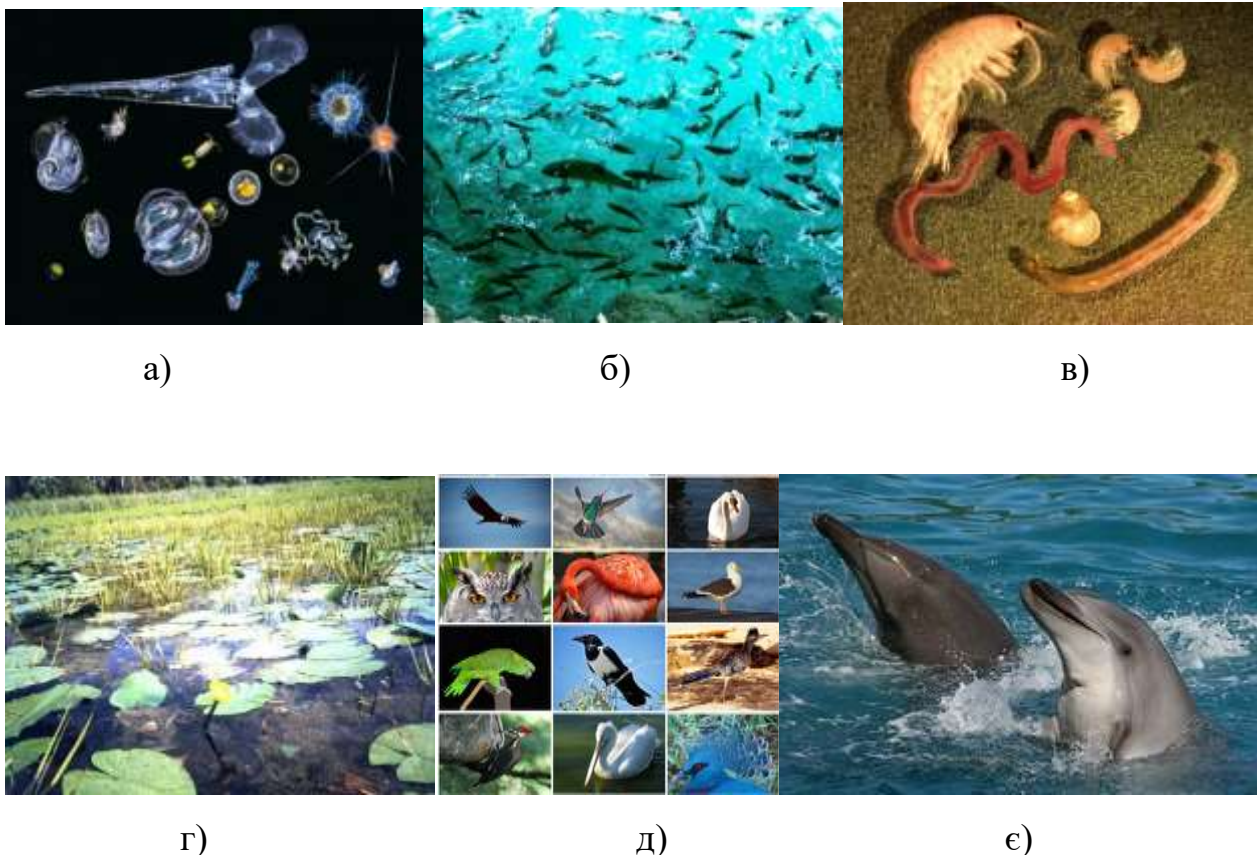


Рисунок 1. 7 –Структура водної біоти: планктон (а), нектон (б), бентос (в), макрофіти (г), водні навколоводні хребетні (д), водні ссавці(є)

Комплексні дослідження структурно-функціональних показників реагування вищих водних рослин на забруднення водного середовища токсичними речовинами, проведені Н.В.Чукіною [6], показали, що рослини, які підпадали під підвищене антропогенне навантаження у вигляді токсичного забруднення, відрізнялися більшими розмірами клітин мезофільної тканини листя і підвищеним вмістом фотосинтетичних пігментів (хлорофілів та каротиноїдів), що розглядається автором як захисноприспосувальна реакція на змінені умови існування. Крім того, було встановлено, що забруднення водного середовища ініціює у макрофітів такі реакції-відгуки, як підвищення вмісту у тканинах листя розчинних білків і небілкових тіоловмісних сполук та підвищення активності антиоксидантних ферментів, якщо види характеризуються підвищеною здатністю до акумуляції. Для видів з невисокою акумулюючою здатністю властиві зміни, які попереджають проникнення токсикантів у організм – зниження проникливості мембран, формування потужного епідермісу і т.п. Багатоклітинні водорості відмирають поступово втрачаючи тургор, знебарвлюючись і розкладаючись.

Одноклітинні водорості піддаються лізису, а продукти їхнього розкладання розчиняються у воді. Відрізнити живі клітини водоростей від мертвих можна за допомогою люмінесцентної мікроскопії з використанням спеціальних барвників: живі клітини водоростей у полі зору мікроскопу світяться яскраво-червоним кольором, ушкодженні – малиновим, мертві – зеленим. Критерієм токсичності для водоростей виступає зміна чисельності їхніх клітин, зниження темпу розмноження і зменшення коефіцієнту приросту чисельності. Реакцією водоростей на токсичну дію отрут може бути і утворення нерухомих діапauзних спор (для діатомових), або втрата здатності до руху у зооспор (для протококових).

Важливим показником нормального стану фітопланктону є і рівень його затухаючої флуоресценції. Різниця між максимальним і стаціонарним рівнями флуоресценції клітин водоростей відображає активність їхнього фотосинтезу. За умов забруднення водойм токсичними речовинами затухаюча флуоресценція

водоростей дуже незначна. У водних тварин (безхребетні, нищі хребетні, риби, вищі водні хребетні) найбільш чітко фіксованим токсичним ефектом є смерть піддослідних організмів. За хронічного отруєння низькими концентраціями токсичних речовин виникають різного роду порушення життєдіяльності, які виражаються у зміні поведінкових реакцій, втраті здатності до рецесії зовнішніх подразнень, порушенні функціонування систем органів, обміну речовин, відхиленні від норми біохімічних показників, у першу чергу, зміні рівнів активності окремих ферментів або ферментативних систем загалом. Важливим показником хронічного отруєння безхребетних є зниження плодючості у ряді поколінь, що визначається при проведенні тривалих спостережень. Втрата здатності до повноцінного відтворення є свідчення отруєння і для риб та водних ссавців. Різноманітність реагування тварин на дію токсичних реагентів зростає з ускладненням рівня їхньої біологічної організації. Найбільш чітке, специфічне і показове реагування, яке піддається реєстрації, властиве риbam та водним ссавцям, що пов'язано зі складною організацією їхніх сенсорних та регуляційних систем. Загальний розвиток інтоксикації у тваринних організмах проходить у три фази:

- 1) стимуляція процесів життєдіяльності,
- 2) депресія,
- 3) загибель.

Тривалість і вираженість фаз видоспецифічна.

Живі організми, у тому числі і всі гідробіонти, більшістю ученими розглядаються як концентратори хімічних елементів. Ще В.І.Вернадський у 1926 році нараховував від 17 до 19 хімічних елементів, які можуть акумулюватися у біологічній речовині. За трактуванням М.С.Строганова [7] існує цілий ряд хімічних елементів, які виступають обов'язковою складовою живих організмів і відіграють у них специфічну біологічну роль. Дещо пізніше Х.С.Коштянц [8] відмічав, що із всіх 92-х відомих хімічних елементів у живих організмах зустрічається 60. Наприкінці ХХ століття О.М.Виноградов [9] дійшов висновку, що всі живі організми, їхні тканини та органи, містять певну

кількість усіх відомих та ще невідомих стабільних і нестабільних хімічних елементів. У зв'язку з цим, важливою і достатньо складною проблемою у гідробіології стало виявлення шляхів надходження хімічних елементів в організми гідробіонтів. Вона нерозривно пов'язана з поняттям обміну речовин, під яким у водних організмів розуміють всю сукупність процесів, що відбуваються на молекулярному, іонному та атомарному рівнях за рахунок оформлених кормових ресурсів і за рахунок речовин, розчинених у водному середовищі, або зависей

1.3 Вплив на здоров'я людини забрудників водного середовища

Забруднена вода губить більше людей, ніж війни і всі інші форми насильства разом узяті. Про це йшлося в доповіді ООН, опублікованій з нагоди Всесвітнього дня води, що відзначається щороку 22 березня ось уже двадцять чотири роки поспіль.

Наразі понад 75 % населення України споживає воду з поверхневих джерел водопостачання, а забезпечення населення України якісною питною водою щороку ускладнюється. За даними ВООЗ близько 80% захворювань людей пов'язані саме з якістю питної води. Кричущою ілюстрацією такої надзвичайної ситуації було отруєння недоброякісною водою понад 150 осіб у мікрорайоні Бортничі Києва, яке трапилося у січні минулого року. За даними Головного управління санітарно-епідеміологічної служби в м. Київ це сталося через зараження води збудником кишкової інфекції [10].

Експерти відзначають, що близько двох млрд. тонн відпрацьованої води, що є сумішшю з перероблених добрив, нечистот, промислових відходів та відходів, що виробляються в результаті життєдіяльності людини, щоденно скидається в річки і моря, викликаючи поширення хвороб і завдаючи непоправної шкоди екосистемам. Тому перетворення забрудненої води з загрози для здоров'я і навколишнього середовища в чистий, безпечний і економічно привабливий ресурс є одним з ключових викликів для світового

співтовариства в XXI столітті. Графічно динаміку використання свіжої води за видами потреб зображено на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8 – Динаміка використання свіжої води за видами потреб, млн. м³

Вода, яку ми споживаємо, повинна бути чистою. Хвороби, що передаються через забруднену воду, викликають погіршення стану здоров'я, інвалідність і загибель величезного числа людей, особливо дітей, переважно в менш розвинених країнах, звичайним для яких є низький рівень особистої та комунальної гігієни. Такі хвороби, як черевний тиф, дизентерія, холера, анкілостомоз, передаються насамперед людині в результаті забруднення вододжерел екскрементами, які виділяються з організму хворих.

Успіх у боротьбі із зазначеними хворобами або досягнення повної їх ліквідації залежить від того, як організована система видалення всіх продуктів обміну, що виділяються з організму людини, як поставлена справа забезпечення чистою водою всього населення.

Через воду можуть передаватися інфекційна жовтяниця, туляремія, водна лихоманка, бруцельоз, поліомієліт. Вода часом стає джерелом зараження людини тваринами паразитами. З забрудненої фекаліями водою в організм людини можуть потрапити яйця деяких паразитичних хробаків. У кишечнику вони перетворюються на паразитів (такі аскариди, гострики). Нарешті, через

воду іноді відбувається зараження лямбліями, які вражають тонкий кишечник і печінку.

Найбільшими забруднювачами поверхневих водних об'єктів продовжують залишатися промислові підприємства енергетичної галузі, чорної металургії, хімії і нафтохімії, комунальне та сільське господарство. Структура відведених стічних вод у поверхневі водні об'єкти за рівнем забруднення і очищення у 2015 році графічно представлена на рисунку 1.9.

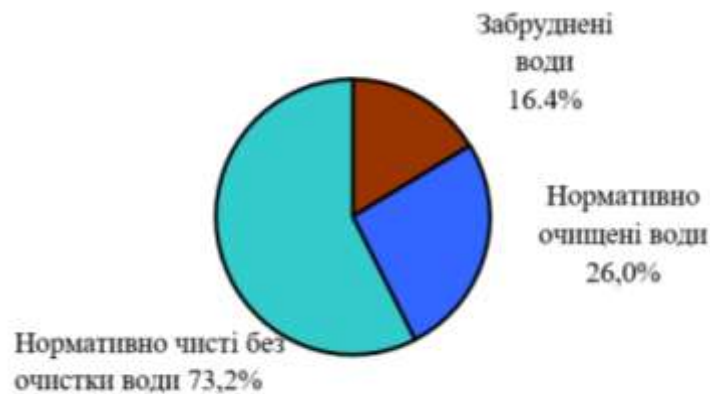


Рисунок 1.9 – Структура відведених стічних вод у поверхневі водні об'єкти

Якість води визначається також за наявності в ній хімічних включень, які раніше всього виявляють наші органи почуттів: нюх, зір. Так, мікрочастинки міді надають воді деяку мутність, заліза (червоність).

Присутність у воді заліза не загрожує нашому здоров'ю. Однак підвищений вміст солей заліза у воді додає їй неприємний болотистий смак. Якщо в такій воді випрати білизну, на ньому залишаться іржаві плями. Подібні ж плями з'являються на посуді, раковинах і ваннах.

Іноді у питній воді зустрічається багато солей соляної та сірчаної кислот (хлориди і сульфати). Вони надають воді солоний і гірко-солоний присмак. Вживання такої води призводить до порушення діяльності шлунково-

кишкового тракту. Вода, в 1 л якої хлоридів більше 350 мг, а сульфатів більше 500 мг, вважається несприятливою для здоров'я.

А з вмістом солей кальцію і магнію тісно пов'язана інша властивість води, її твердість. Сильно насичена солями вода заповдіює масу незручностей: у ній важче розварюються овочі і м'ясо, при пранні збільшується витрата мила, накип псує чайники й казани, засмічує водопровідні труби. Дослідження вчених довели, що існує певний зв'язок між вживанням жорсткої води і поширеністю деяких хвороб[11].

До такого висновку прийшли західнонімецькі медики вивчали склад води і поширеність найбільш часто зустрічаються хвороб в різних містах Німеччини. Виявилось, що, чим більше у воді того чи іншого міста солей і домішок, тим менше серед городян вживали цю воду, випадків інфаркту та нападів гіпертонії. І навпаки, чим м'якше питна вода, тим вище відсоток сердечників серед населення.

Такої ж думки дотримуються й англійські вчені. За даними досліджень доктора Томаса Грау Форда з Лондона, в Глазго, де дуже м'яка вода, найвища на Британських островах смертність від серцево-судинних хвороб. У Лондоні ж картина зовсім інша: випадків інфаркту зі смертельним результатом тут на 37% менше, ніж у Глазго.

Але крім корисних домішок у воді знаходяться й інші, небезпечні для організму людини. За даними вітчизняних дослідників, вживання шахтної води, що містить 0,2–1 мг/л миш'яку, викликає розлад центральної, і особливо периферичної, нервової системи з подальшим розвитком поліневритів. Нешкідливою визнана концентрація миш'яку 0,05 мг/л.

Про небезпеку для здоров'я вмісту у воді свинцю гігієністи вперше заговорили у зв'язку з масовими інтоксикаціями, які виникли при використанні на водопроводах свинцевих труб. Однак підвищені концентрації свинцю можуть зустрічатися в підземних водах. Вода вважається нешкідливою в тому випадку, якщо вміст у ній свинцю не більше 0,03 мг/л.

Берилій досить широко поширений в природі. Він міститься в деяких природних водах. Берилій є отрутою загальнотоксичної дії, який здатний накопичуватися в організмі людини і в такому випадку приводить до ураження дихальної, нервової та серцево-судинної систем. Зміст берилію в питній воді допускається не більше 0,002 мг/л.

Молибден зустрічається в природних водах. Надмірне його попадання в організм людини призводить до захворювання молибденової подагру. Нешкідливою вважається концентрація молибдену в питній воді на рівні 0,5 мг/л.

Стронцій широко розповсюджений у природних водах, при цьому його концентрації коливаються в широких межах (від 0,1 до 45 мг/л). Тривале його надходження у великих кількостях в організм призводить до функціональних змін печінки. Разом з тим тривале вживання питної води, що містить стронцій на рівні 7 мг/л, не викликає функціональних і морфологічних змін в тканинах, органах і в цілісному організмі людини. Ця величина прийнята як норматив вмісту стронцію для питної води.

Також не передбачається вміст у воді нітратів. Згідно з сучасними науковими даними, нітрати в кишечнику людини під впливом мешкають там бактерій відновлюються в нітрити. Всмоктування нітратів веде до утворення метгемоглобіну й до часткової втрати активності гемоглобіну в переносі кисню

Таким чином, в основі метгемоглобінемії лежить та чи інша ступінь кисневого голодування, симптоми якого проявляються в першу чергу у дітей, особливо грудного віку. Вони хворіють переважно при штучному вигодовуванні, коли сухі молочні суміші розводяться водою, що містить нітрати, або при вживанні цієї води для пиття. Вживання води, що містить 2–11 мг/л нітратів, не викликає підвищення в крові рівня метгемоглобіну, тоді як використання води з концентрацією 50–100 мг/л різко збільшує цей рівень. Метгемоглобінемія проявляється ціанозом, збільшенням вмісту в крові метгемоглобіну, зниженням артеріального тиску. Ці симптоми фахівці

zareєстрували не тільки в дітей, а й у дорослих. Вміст нітратів у питній воді на рівні 10 мг/л є нешкідливим[12].

Уран – широко поширений в природних водах радіоактивний елемент. Особливо великі його концентрації можуть зустрічатися в підземних водах. В основу нормування урану покладені не його радіоактивні властивості, а токсичний вплив як хімічного елемента. Допустимий вміст урану в питній воді одно 1,7 мг/л.

Строго регламентується і гранично допустима концентрація у воді деяких добавок, застосовуваних для освітлення води (наприклад, поліакриламід, сірчаноокислого алюмінію).

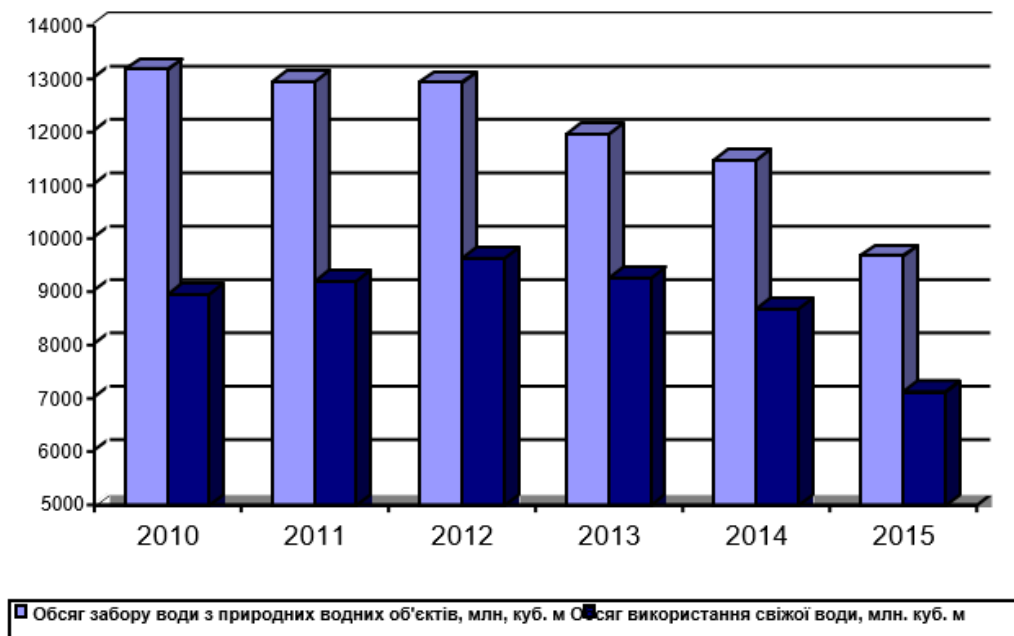


Рисунок 1.10 – Динаміка обсягів забору води з природних водних об'єктів і використання свіжої води в Україні за 2010-2015 роки, млн. куб м

Без жодного перебільшення можна сказати, що високоякісна вода, що відповідає санітарно-гігієнічним та епідеміологічним вимогам, є одним з неодмінних умов збереження здоров'я людей. Але щоб вона приносила користь, її необхідно очистити від будь-яких шкідливих домішок і доставити чистої людині. Загалом Обсяги забору води і використання води графічно представлені на рисунку 1.10. Так, за період з 2010 року до 2015 року в Україні спостерігається

тенденція щорічного зменшення обсягу забору води з природних водних об'єктів. Якщо в 2010 році з природних водних об'єктів було забрано 13215 млн. куб. м води, то в 2015 році – 9699 млн. куб. м, тобто менше на 3516 млн. куб. м або на 26,4%. Проти 2014 року забір води зменшився у 2015 році на 1806 млн. куб. м або на 15,7%.

За останні роки погляд на воду змінився. Про неї всі частіше стали говорити не тільки лікарі-гігієністи, а й біологи, інженери, будівельники, економісти, політичні діячі. Та й зрозуміло - бурхливий розвиток суспільного виробництва і містобудування, зростання матеріального добробуту, культурного рівня населення постійно збільшують потребу у воді, змушують більш раціонально її використовувати [13].

1.4 Аналіз забруднень водного середовища галузями господарства

До кінця XX – початку XXI століття забруднення навколишнього середовища взагалі, і водних об'єктів, зокрема, відходами, викидами, стічними водами всіх видів промислового виробництва і сільського господарства, а також комунальних господарств населених пунктів, набуло глобального характеру по всій території нашої держави. Водні ж ресурси, що формуються у межах України, досить обмежені. Їхній обсяг складає 52 км³/рік, у тому числі поверхневих вод – до 39 км³/рік, підземних – до 13 км³/рік. При цьому 88% основних річок України мають екологічний стан своїх водозбірних басейнів, що оцінюється як «поганий» та «дуже поганий» (рис. 1.3). У 61% наших основних річок вода «сильно забруднена», і тільки 3% річок мають воду задовільної якості [14].

Найбільша частка свіжої води використовується на виробничі потреби, у 2015 році – 63,0%, порівняно з 2010 роком вона зросла на 3,2 відсоткових пунктів, хоча обсяг використаної води зменшився. Дуже значно збільшилась частка використання води на зрошення, якщо в 2010 році вона складала 9,7%, то в 2013 році збільшилась до 13,4%, а в 2015 році вже становила 17,4%, майже

стільки ж, як на питні та санітарно-гігієнічні потреби. За 5 років частка свіжої води, використаної на зрошення зросла на 7,7 відсоткових пунктів. Треба відмітити значне зменшення у 2015 році частки використаної води на інші потреби, в порівнянні з 2010 роком вона зменшилась на 8,9 відсоткових пунктів і склала всього 1,8%. Структурна діаграма використання свіжої води за видами потреб у 2019 році представлена на рисунку 1.11.



Рисунок 1.11 – Структура використання свіжої води за видами потреб у 2019 році, %

Величина водоспоживання у нашій країні постійно зростає і неухильно наближається до межі загального обсягу водних ресурсів. Водоспоживання являє собою використання води підприємствами та населенням для технічних і господарсько-побутових цілей. Нині вона досягла рівня в 30-36 км³/рік. Загальне річне скидання стічних вод у водотоки складає 15,6 км³/рік. Такий стан вимагає розробки національної стратегії раціонального використання водних ресурсів та збереження і відновлення їхньої якості.

Для цього необхідно чітко визначити джерела забруднення водою різних типів та розробити дієві методи й системи заходів щодо контролю водоспоживання та скидання стоків й інших шляхів надходження забруднюючих речовин у водоюми.

Джерелами (рис 1.12) токсичного забруднення водойм вважаються суб'єкти і об'єкти навколишнього середовища, які безпосередньо забезпечують надходження токсичних речовин у водні екосистеми [15].

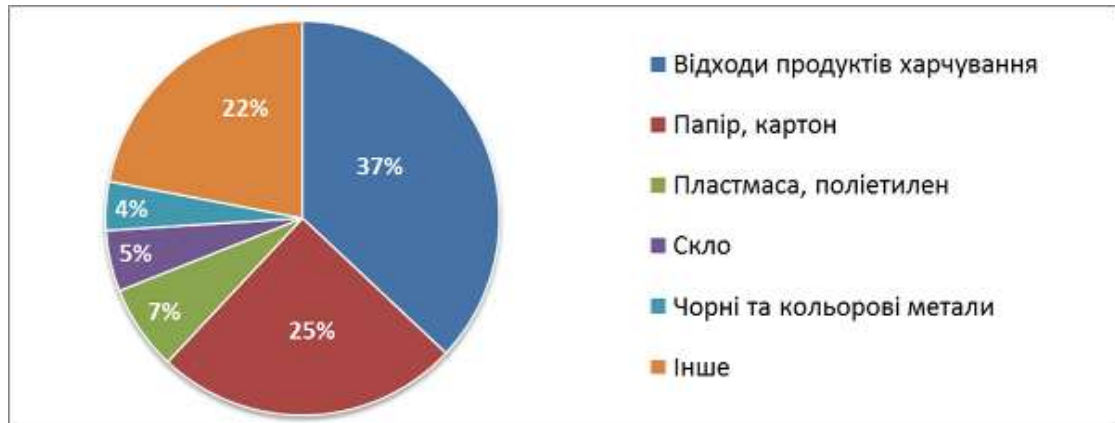


Рисунок 1.12 – Морфологічний склад джерел токсичного забруднення водойм

Водотоки (річки, притоки річок, іригаційні та зрошувальні канали, струмки), які разносять зі своєю течією токсичні речовини, отримані з різних джерел, розглядаються як донори токсичного забруднення. Водойми, що приймають стоки від джерел або донорів, виступають реципієнтами токсичного забруднення. За походженням розрізняють природні і антропогенні забруднення. Природні забруднення утворюються у результаті руйнування гірських порід внаслідок ерозії та вивітрювання, вітрового перенесення пильових частинок, життєдіяльності живих організмів і т.д.

Серед природних забруднень виділяють біологічне, під яким розуміють стихійне розселення видів рослин або тварин під тиском розширеного відтворення їхніх популяцій. Антропогенні забруднення утворюються у результаті життєвої і господарської діяльності людини [16].

Основними джерелами забруднення водойм у різних регіонах України (рис 1.13) виступають потужні промислові комплекси, сконцентровані навколо родовищ ко розташовані у Донецькій, Дніпропетровській та Харківській областях, Центральному Придніпров'ї, на Прикарпатті та в обласних центрах.

Серед них найнебезпечнішими забруднювачами довкілля є гірничодобувні та збагачувальні комбінати, кар'єри, металургійні й машинобудівні заводи. Для водопостачання маловодних районів введено в дію ряд каналів – Північно-Кримський, Дніпро – Кривий Ріг, Сіверський Донець – Донбас, Дніпро – Донбас, Інгулецький. В Україні є 748 водосховищ об'ємом понад 1 млн. м³ кожне, сумарний об'єм води в них досягає 48,9 млрд. м³.

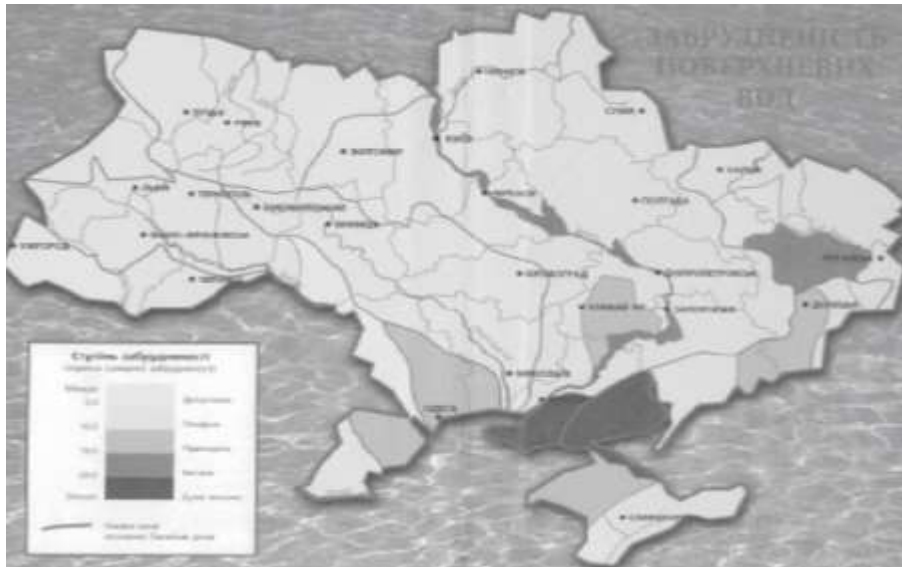


Рисунок 1.13 – Різноманітність джерел забруднення водойм на території України

Як відомо, кожна речовина має цілком індивідуальні фізико-хімічні та біологічні властивості, які зумовлюють механізми та напрямки її взаємодії з іншими речовинами та вплив на живі організми і їх спільноти. Таким чином, визначальними компонентами екологічної безпеки в загальному розумінні слід вважати фізичну, хімічну та біологічну безпечність кожної речовини, що надходить у довкілля, щодо її впливу на нормальне функціонування різноманітних екосистем. Для відходів, що, як правило, є складними сумішами різних речовин, головними ознаками безпечності (небезпечності) для довкілля і людини має бути їх токсикологічна (хімічна), радіаційна і біологічна безпечність (небезпечність), оскільки саме поєднання цих характеристичних

особливостей (різних за походженням відходів) дає змогу всебічно оцінити їх інтегральну екологічну безпечність чи, навпаки, небезпечність.

Токсичний ефект – результат взаємодії між хімічними і фізико-хімічними властивостями речовини і біологічними особливостями живого організму в момент контакту з отрутою. В екотоксикологічній практиці для оцінки шкідливого впливу слід враховувати потенційну і реальну небезпечність відходів. Встановлено, що токсичність відходів обернено пропорційна смертельній дозі, але прямопропорційна небезпечності впливу (рис. 1.14).



Рисунок 1.14 – Джерела забруднення водойм та основні групи токсикантів

Як відомо, відходи цілого ряду виробництв, які концентруються у великих кількостях на обмежених ділянках (у хвостосховищах, шламонакопичувачах, золівдвалах, відвалах гірничих порід) можна віднести до так званих техногенно-підсиленних джерел природного радіаційного опромінення. Такі відходи утворюються на підприємствах гірничодобувної,

переробної, енергетичної, металургійної промисловості і характеризуються досить високими рівнями іонізуючого (радіаційного) випромінювання (100–400 мкР/год). Це призводить до зміни радіаційних параметрів довкілля і, як наслідок, до додаткового опромінення населення.

Необхідною складовою інтегральної оцінки відходів при визначенні класів їх безпеки є також біологічна компонента. Відходи сільськогосподарського виробництва, картонно-паперових підприємств, шкіряно-взуттєвого виробництва, харчової та переробної промисловості можуть становити небезпеку за біологічними ознаками.

Особливо небезпечним є осади стічних вод, відходи тваринництва. Критерії оцінки відходів за біологічними показниками (форми та індекси кишкової палички, патогенні мікроорганізми, віруси, найпростіші, наявність та життєздатність яєць геогельмінтів) мають бути враховані при визначенні потенційної небезпечності таких відходів.

Таким чином, визначення параметрів небезпечності різних відходів має здійснюватися не тільки за токсикологічними (хімічними) показниками, але й з обов'язковим урахуванням рівнів дії радіаційної компоненти та біологічних чинників антропогенного походження. Тобто інтегральна оцінка відходів при визначенні класів їх безпеки має здійснюватися за трьома блоками [17].

Небезпечна ситуація з накопиченням відходів постійно загострюється. Це створює серйозні загрози стану довкілля, функціонуванню гідро- і агробіоценозів, здоров'ю людини. Наприклад, такі великотоннажні відходи, як зола, шлаки, фосфогіпс тощо, збагачені солями важких металів, сульфатами, хлоридами і фосфатами кальцію, натрію, магнію, радіоактивними речовинами. В умовах відкритого зберігання вони доволі інтенсивно трансформуються у водорозчинні сполуки, які можуть суттєво забруднювати поверхневі і підземні природні води.

При отриманні целюлози, картону, паперу, у гідролізно-дріжджовому виробництві утворюються, накопичуються, скидаються у водні об'єкти (у складі стічних вод) величезні кількості водорозчинного лігніну. Це органічна

речовина, яка у водному середовищі взаємодіє з розчиненим киснем, значно погіршуючи кисневий режим водойм і водотоків, знижує рН води до рівнів, критичних для існування водної біоти.

Чорна і кольорова металургія, накопичуючи доменні, сталеплавильні, феросплавні шлаки, червоні шлами глиноземного виробництва, викидаючи в повітря димові та аерозольні частки, спричиняє підвищення вмісту у ґрунтах і прилягаючих водних об'єктах розчинних сполук таких важких металів, як цинк, свинець, ртуть, хром тощо, а також фенолів, сульфатів і хлоридів.

Якість води істотно залежить від ступеня очищення стічних вод, що скидаються у водні об'єкти, та наявності в них окремих забруднюючих речовин. За даними моніторингу якості води у 2015 році забруднення води в Україні забруднюючими речовинами, що скидаються разом зі стічними водами, становить (табл. 1.2):

Таблиця 1.2–Скиди в поверхневі водні об'єкти України окремих забруднюючих речовин у складі стічних вод у 2015 році

Забруднюючі речовини	Кількість, тонн	Питома вага, %
Нафтопродукти	302,7	2,9
Залізо	491,2	4,8
Магній	1114,5	10,8
Кальцій	3646,0	35,4
Натрій	370,6	3,6
Фосфати	4382,0	42,5
Усього	10307,0	100,0

Дані таблиці показують, що серед забруднюючих речовин, які скидаються у природні водні об'єкти разом зі стічними вода більше всього

фосфатів – 4382 тонни або 42,5% загальної кількості забруднюючих речовин. Також значну кількість і питому вагу становить кальцій – 3646 тонн або 35,4% і магній – 1114,5 тонн або 10,8%. У порівнянні з ними забруднення нафтопродуктами становить 2,9%, натрієм – 3,6%. залізом – 4,8% (рис.1.15).

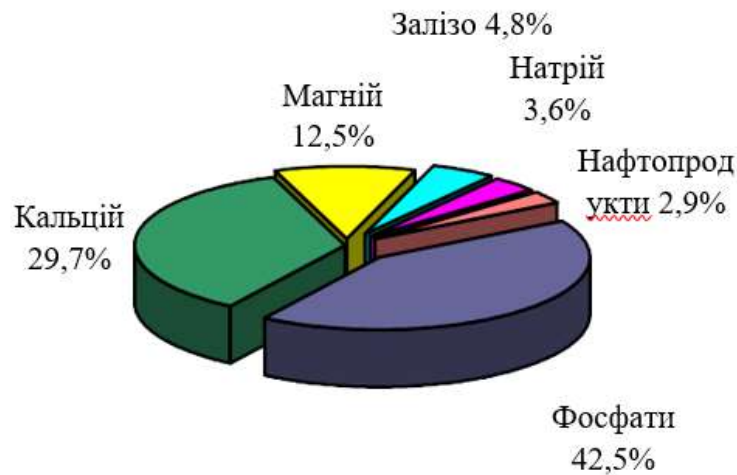


Рисунок 1.15 – Структура забруднюючих речовин

Такі дані свідчать про недостатній рівень очистки стічних вод на очисних спорудах і про значну кількість скинутих забруднених стічних вод у природні водні об'єкти без очистки. З метою охорони природних водних об'єктів і підвищення якості очистки води необхідно залучення інвестицій для реконструкції і модернізації існуючих очисних споруд, будівництва і введення в дію нових споруд і установок та інших заходів.

Сьогодні за рахунок накопичення, екологічно необґрунтованого зберігання та видалення промислових відходів найбільше потерпають річки басейнів Західного Бугу, Нижнього Дніпра, Сіверського Дінця, річки Приазов'я. Це створює суттєві проблеми в галузях питного і технічного водопостачання, призводить до виникнення стану антропогенної екологічної напруги у 50–60 % гідробіоценозів водних об'єктів України або стану антропогенної екологічної напруги з елементами регресу (у 40–50 % поверхневих водойм і водотоків зазначених регіонів). При цьому ряд поверхневих водних об'єктів у деяких регіонах України на сьогодні перебуває практично у стані екологічного і

метаболичного регресу (річки Полтава, Інгулець, Лопань, Лугань, Кальміус, Молочна тощо)[18].

Так, тільки в межах басейну Нижнього Дніпра розташовано понад 800 фільтруючих накопичувачів рідких промислових відходів. Сумарний обсяг скинутих до них високомінералізованих вод досягає 1 км^3 , з яких 77 % припадає на Дніпропетровську і Запорізьку області. У гірничодобувних районах Дніпропетровської, Запорізької, Донецької та Полтавської областей порушення природних гідрогеохімічних умов пов'язано переважно з надходженням до підземних вод дренажних, рудничних та шахтних вод. Так, загальна площа забруднення підземних вод у районі Кривбасу становить близько 300 км^2 при максимальній мінералізації $12,3 \text{ г/дм}^3$. Фільтрація шахтних вод у Західному Донбасі спричиняє підвищення мінералізації підземних вод до $1,5 \text{ г/дм}^3$, а на Самарському, Первомайському і Вербському водозаборах до 12 г/дм^3 [19].

Таким чином, доступні для широкого використання водні ресурси в Україні формуються, в основному, в басейнах Дніпра, Дністра, Сіверського Донця, Південного Бугу, а також малих річок Приазов'я та Причорномор'я.

В Україні щорічно на виробничі потреби, на питні та санітарно-гігієнічні потреби, на зрошення та інші потреби з природних водних об'єктів вилучаються значні обсяги води.

Одним із звітних статистичних показників є показник забору води. Забір води з природних водних об'єктів – це обсяг вилучених водних ресурсів із природних водних об'єктів, включаючи ріки, озера моря і підземні горизонти, за виключенням обсягів вод, переданих іншим водокористувачам транзитом в інші водні об'єкти, та втрат при транспортуванні. За період з 2010 до 2015 року зменшились обсяги забору води з природних водних об'єктів, обсяги використання свіжої води і змінилась структура використаної води за видами потреб. Такі зміни можна пояснити скороченням промислового виробництва, підвищенням тарифів на водопостачання і водовідведення, що спонукає споживачів більш економно використовувати воду, впровадженням штрафних

зборів за забруднення водних ресурсів.

Використані води, здебільшого, повертаються до поверхневих і підземних джерел, але вже в забрудненому стані, що завдає значної шкоди водним ресурсам і навколишньому середовищу загалом. Загальне водовідведення – це обсяг води, скинутої у природні водні об'єкти.

До забруднених стічних вод відносять усі виробничі та комунальні стоки, що скидаються у природні водні об'єкти після недостатнього очищення або взагалі без очищення, з вмістом забруднюючих речовин, що перевищує затвержені гранично припустимі скидання.

Потужність водоочисних споруд, тобто максимальний обсяг зворотних вод, які можна очистити на очисних спорудах на кінець звітної періоду, з 2010 року до 2014 року коливався не дуже суттєво, значне зменшення потужності очисних споруд відбулося в 2015 році – порівняно з 2014 роком вона зменшилась на 1390 млн. куб. м або на 19,3% і склала 5800 млн. куб. м.

Обсяги загального водовідведення стічних, шахтно-кар'єрних та колекторно-дренажних вод та їх відведення у поверхневі водні об'єкти також зменшувались, що пов'язано зі зменшенням використання води. У 2015 році порівняно з 2014 роком у поверхневі водні об'єкти було скинуто стічних вод менше на 1011 млн. куб. м або на 15,9%, а у порівнянні з 2010 роком – менше на 2218 млн. куб. м або на 29,7%.

Якщо розглядати скидання стічних вод за ступенем очищення, то можна відмітити, що обсяг скинутих забруднених вод зменшився у 2015 році порівняно з 2014 роком на 5,2% і склав 875 млн. куб. м, а у порівнянні з 2010 роком він зменшився на 46,0%. У той же час у 2015 році порівняно з 2014 роком збільшився обсяг скинутих забруднених вод без очищення на 9 млн. куб. м або на 5,1%. Скидання нормативно очищених і нормативно чистих без очистки стічних вод зменшилось відповідно на 1,9% та на 23,3%. Таке зменшення водовідведення, в першу чергу, пов'язано зі зменшенням використання свіжої води.

Динаміка показників потужності очисних споруд і водовідведення

графічно зображена на рисунку 1.16.



Рисунок 1.16 – Потужність очисних споруд і водовідведення в Україні,
млн. куб. м

На рисунку 1.16 бачимо, що з 2014 року потужність очисних споруд почала перевищувати загальний обсяг водовідведення, тобто існуючі очисні споруди можуть забезпечити очистку всіх забруднених стоків у природні водні об'єкти.

Водовідведення – послуга, яка передбачає відведення стічних вод з територій промислових, жилих будівель (квартири, приватного будинку) за допомогою інженерних санітарно-технічних приладів та каналізаційної мережі.

Згідно з вимогами ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування», залежно від ступеня благоустрою та кліматичних умов питома середньодобова норма питного водоспоживання може коливатися від 100 до 285 літрів добу на одного жителя.

Таким чином, аналіз проблем використання водних ресурсів, відведення забруднених вод, охорони природних водних об'єктів показує, що ці питання мають досить велику соціальну, екологічну і економічну значимість, їх потрібно вирішувати на регіональному, національному і міжнародному рівнях.

2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1 Методи аналізу забруднень

Контроль якості водних ресурсів та стічних вод відіграє величезну роль у забезпеченні особистої (населення країни) безпеки.

Сучасні методи оцінювання концентрації домішок у воді можна умовно розділити на непрямі, де шукане значення знаходять на основі його залежності від вимірних величин, і прямі, коли його отримують безпосередньо з дослідних даних. Обмежимося розглядом прямих методів вимірювання концентрації домішок у воді, які можна умовно розділити на хімічні, кондуктометричні, акустичні, оптичні та комплексні. Хімічні методи вимагають відбору проб, є достатньо точними, але непридатними до експрес-контролю.

Кондуктометричний полягає у вимірюванні електропровідності розчинів. Він високочутливий, простий у реалізації, але провідність неоднозначно залежить від концентрації і до того ж сильно впливає температура. Оптичні методи ґрунтуються на поглинанні, розсіянні, заломленні та поляризації світла й інфрачервоних променів, використання явища люмінесценції та спектрального аналізу. Загальний їх недолік – велика чутливість оптичних параметрів до змін навколишнього середовища. Комплексні методи передбачають вимірювання тиску, температури і швидкості звуку розчину. Тоді використовуючи одну з наближених формул, обчислюють солоність води. За цим методом необхідно визначити три параметри. З допомогою акустичних методів оцінюють швидкість звуку, загасання звукових коливань або густину води [20].

Існуючі методи аналізу якості води дозволяють з максимальною точністю визначити зміст в рідині токсичних речовин, яких, за даними ВООЗ, на сьогоднішній день налічується більше 13 тисяч. Більшість досліджень проводять виключно в лабораторних умовах, але попередню оцінку якості можна зробити самостійно.

Не маючи в арсеналі спеціальних препаратів і обладнання, реально провести тільки органолептичне дослідження, оцінивши зразок на вигляд, смак і запах. Про підвищеному вмісті заліза свідчить бурий або жовтувато-коричневий відтінок, а також рясний осад у вигляді пластівців. Іноді колір змінюється тільки при струшуванні або нагріванні. При невеликих перевищеннях норми вода може залишатися прозорою, але смак у неї буде з легким металевим присмаком. Марганець заявляє про себе сіруватим відтінком і темним нальотом на посуді. Білизна, що йде після відстоювання, свідчить про насичення газами, наприклад, метаном або хлором. Присутність сірководню легко визначити за характерним запахом тухлих яєць. Хімічні аромати – явна ознака забруднення водоносного шару стічними водами, зливаються на промислового підприємстві. Про те, що джерело забруднений органічними сполуками, можна судити по наявності запаху протухлої риби або сирієї землі.

Самостійне дослідження ні в якому разі не повинно бути єдиним. Будь-які зміни смаку, запаху і кольору – серйозний привід використовувати для діагностики методи лабораторного аналізу води.

Органолептичні особливості води

До них відносяться запах, смак, колір і прозорість, тобто властивості, що можуть бути визначені органами чуття людини. Органолептичні властивості води характеризуються

1) інтенсивністю допустимої зміни органолептичних показників води (запах, присмак, колір, мутність);

2) вмістом хімічних речовин, шкідливість яких визначається їх здатністю в найменших концентраціях погіршувати органолептичні властивості води.

Прозорість – це здатність пропускати світло і робити видимими предмети, що знаходяться на певній глибині. Прозорість води визначає кількість розміщених у ній механічних і хімічних домішок.

Прозорість питної води повинна бути не менше від 30 см (крізь цей шар води можна прочитати шрифт Снеллена). У природних спортивних басейнах

прозорість має бути такою, щоб на глибині 4 м було видно білий диск діаметром 20 см, а у штучних – диск діаметром 15 см на чорному тлі. Для плавальних басейнів прозорість води важлива й тим, що дозволяє тренерам і глядачам стежити за технікою плавання.

Мутність залежить від вмісту в воді завислих часток. Вода значної мутності завжди викликає підозру в епідемічному відношенні, погіршує умови занять спортивним і підводним плаванням. Мутність води визначається фотометричним порівнянням зі стандартними розчинами або спеціальним приладом – мутнометром (нефелометром), в якому досліджуваний зразок зіставляється з еталонними розчинами. Відповідно до спеціальної шкали мутність води не повинна перевищувати 1,5 мг/л .

Колір. Питна вода повинна бути прозорою. Забарвлення воді додають хімічні, фізичні та біологічні (водорості) домішки. Безколірна вода підземних джерел. У відкритих водоймах вода має забарвлення: жовтий відтінок свідчить про наявність солей заліза або гумінових речовин, утворюваних унаслідок розкладання рослинних залишків, наприклад, у болотах; зелений колір воді надають мікрководорості.

Колір досліджуваної води порівнюють із колірністю сумішей розчину хлорплатинату калію і хлориду кобальту чи біхромату калію і сульфату кобальту. Колірність визначається в градусах: за один градус колірності беруть забарвлення контрольного зразка води, в 1 мл якої розчинено 0,1 мг платини. Колірність води повинна становити не більше за 20, за узгодженням з органами санітарно-епідеміологічної служби допускається її збільшення до 35.

Чиста питна вода не повинна мати запаху. Будь-який запах указує на присутність у воді або продуктів біологічного розпаду рослинних чи тваринних організмів, або певних хімічних сполук, сторонніх для питної води (запах сірководню вказує на можливу наявність у воді патогенних мікроорганізмів, при забрудненні промисловими стічними водами може бути фенольний, смоляний та інші запахи).

Запах хлору засвідчує надмірну концентрацію хлору, що використовують для знезараження питної води і води плавальних басейнів (вище від 0,5-0,6 мг в 1 л води). У плавальних басейнах вода не повинна мати запаху, це робило б її неприємною для плавання.

Інтенсивність запаху визначають при температурі +20 °С і +60 °С та оцінюють за п'ятибальною системою. Інтенсивність запаху питної води має бути не більше від двох балів.

Питна вода не повинна мати не властивих їй смаків.

Причинами неприємного запаху і смаку можуть бути:

1. Розчинений у воді сірководень (цей газ частіше міститься у воді, отриманій зі свердловин).
2. Розкладання органічних речовин, що вимиваються водою з водоростей або водних рослин (часто у воді водосховищ).
3. Хімічні сполуки, що містяться у промислових стоках та при застосуванні у сільському господарстві для знищення бур'янів і комах-шкідників.

Розрізняють чотири основні види смаку: солоний, кислий, солодкий, гіркий. Усі інші відчуття називають присмаками. Інтенсивність смаку чи присмаку оцінюється за п'ятибальною системою і для води температури +20 °С не повинна перевищувати двох балів [21].

Найсприятливіша для пиття температура води +7–12 °С. Така вода ефективно тамує спрагу, сприяє охолодженню слизової оболонки порожнини рота і стравоходу та викликає посилену діяльність слинних залоз. Уживання води з температурою +5 °С і нижче призводить до пригнічення шлункової секреції, порушення травлення.

Температура води гігієнічно важлива й при купанні і плаванні. Відповідно до гігієнічних нормативів вода в закритих плавальних басейнах (для дорослих) повинна мати температуру +25-26 °С, а для дітей – не менше від +26 °С. Температура води у природних водоймах не нормується.

У природі вода практично завжди містить більшу чи меншу кількість розчинених мінеральних солей. Ступінь і мінеральний склад води визначаються характером ґрунтів, прилеглих до водоносного шару або поверхневого джерела.

Хімічні речовини впливають на органолептичні властивості води. Природні води містять безліч хімічних речовин, деякі з яких можуть стати причиною захворювання людини. Держстандарт нормує хімічні речовини, що трапляються в природних водах або додаються до води під час її оброблення. За санітарно-токсикологічною ознакою в воді лімітовано вміст селену, стронцію, берилію, молібдену, миш'яку, фтору тощо. Нормування інших хімічних речовин пов'язане з їх несприятливим впливом на органолептичні властивості води; це стосується хлоридів, сульфатів, заліза, міді, цинку у природних водах, а також поліфосфатів, які додають до води під час оброблення. У природній чи обробленій воді хімічні речовини не повинні перевищувати наступних показників: сухий залишок -1000 мг/л, хлориди – 350 мг/л, сульфати – 500 мг/л, залізо – 0,3 мг/л, марганець – 0,1 мг/л, мідь – 1 мг/л, цинк – 5 мг/л, залишковий алюміній – 0,5 мг/л, гексаметофосфат – 3,5 мг/л, триполіфосфат – 3,5 мг/л.

Серед органічних речовин найважливіші – тваринного походження, оскільки можуть містити різні патогенні мікроорганізми. Непрямим гігієнічним показником наявності чи відсутності цих речовин у воді є її окислювальність.

Окислювальність води – це кількість кисню (мг), що витрачається на повне окислення органічних речовин в 1 л води (мг/л). Чим менше у воді органічних речовин, тим менша величина витрат кисню на повне окислення органічних речовин в 1 л води. Окислювальність чистих підземних вод, як правило, не буває більшим за 2–4 мг/л, річкових – у межах 7 мг/л. Одним із показників можливої присутності у воді органічних речовин є кількість розчиненого в ній кисню (мг).

У чистих водоймах розчинено 3–6 мг/л кисню, а в забруднених – набагато менше, до повної відсутності.

Твердість водивизначається наявністю в ній солей кальцію і магнію. За твердістю вода є м'яка, помірно тверда і тверда. Розрізняють три види твердості води:

- загальна твердість води – твердість сирії води;
- вилучена твердість, зменшується при кип'ятінні або відстоюванні;
- постійна твердість, не знижується навіть після кип'ятіння.

У санітарному і технічному відношенні підвищена твердість води – небажаний фактор. У твердій воді погано розварюються овочі і м'ясо, тому що білки утворюють із кальцієм та магнієм нерозчинні сполуки, не засвоювані в кишечнику. Така вода не підходить для гігієнічних процедур: наявність у ній надлишкового вмісту солей перешкоджає утворенню мильної піни, нерозчинні сполуки осідають на волоссі й утруднюють процес миття. Вода з високою твердістю не рекомендується для заливання ковзанярських доріжок.

Твердість питної води вимірюється в міліграм-еквівалентах (мг-екв) на 1 л: 1 мг-екв/л жорсткості відповідає вмісту 28 мг/л СаО або 20,16 мг/л MgO. Твердість води визначається також у градусах: 1 мг-екв/л твердості дорівнює 2,8. Вода що має до 3,5 мг-екв/л (10) твердості, вважається м'якою; від 3,5 до 7 мг-екв/л (10-20) – твердою; понад 14 мг-екв/л (40) – дуже твердою. У питній воді загальна твердість не повинна перевищувати 7 мг-екв/л.

Вода може містити солі заліза: питна – до 0,5 мг/л заліза (у відкритих водоймах) і 1,0 мг/л (у підземних джерелах). Фтор у питній воді впливає на стан зубів: його підвищена концентрація викликає флюороз (поява темних плям на емалі зубів), що руйнує зуби; а недостатня, частіше, – карієс. Вода може містити не більш як 1,5 мг/л фтору, оптимальна його кількість – 0,7-1,0 мг/л. Коли ж фтору не вистачає, воду штучно фторують, тобто додають фтористий натрій.

При оцінці якості питної води у відповідності до прийнятих правил передбачено зниження вмісту нітратів. Нітрати і нітриди впливають на утворення метгемоглобіну в крові людини. Вони особливо небезпечні для грудних дітей, тому потрібно стежити, щоб при виготовленні замінників

грудного молока вода не містила нітратів. Також необхідно уважно слідкувати за овочами, щоб діти не отримали рослинну їжу з підвищеним умістом нітратів, оскільки бактеріальна флора кишечника дитини має особливо високу відновлювальну здатність із переведення нітратів у нітриту.

Отже, якісний склад води істотно впливає на організм людини, оскільки надлишок або нестача у воді хімічних речовин призводить до виникнення різноманітних захворювань. Для оцінки якості води визначають уміст у ній йоду, бромиду, фтору, кобальту, міді, цинку, марганцю, заліза, органічних та інших речовин[21].

Хімічне дослідження води направлено на виявлення органічних і неорганічних включень, визначення ступеня жорсткості, каламутності та інших найважливіших показників придатності і якості. Всього в світі розроблено понад сотні різних методик, деякі з яких практикуються тільки в одиничних лабораторіях. У списку найбільш популярних методів знаходяться: спектрофотометрія; біотестування; кондуктометрія; фотометрія; капілярний електрофорез; турбідиметрія; газова хроматографія; гравіметрія; газова хроматографія; нефелометрія.

Як правило, лабораторії, які спеціалізуються на діагностиці якості води, пропонують скорочений і повний хімічний аналіз. Скорочений метод включає діагностику по 25 пунктам і визначає відповідність на допустимі показники мутності, жорсткості, окислюваність, загальної мінералізації, включень заліза і магнію, присутність сторонніх запахів. Скорочену методику можна використовувати при переїзді на нове місце і для підбору системи фільтрації в будинках з центральним водопостачанням.

Розширені методи хімічного аналізу води дозволяють з високою точністю визначити відсоток вмісту в зразку металів, газів, лугів, нафтопродуктів, сечовини, нітритів і аміаку. Повна діагностика передбачає тестування по 100 і більше пунктів. Цей метод рекомендується вибирати власникам приватних свердловин і колодязів ще на етапі будівництва.

Для тих, у кого немає можливості скористатися послугами лабораторій, випускають спеціальні тест-набори для самостійної хімічної діагностики домашніх джерел і водопроводу. Комплекти для експрес-аналізу дозволяють в загальних рисах визначити жорсткість води, перевищення рівня заліза, марганцю, хлору і ряду інших солей і металів. У продажу можна знайти недорогі набори, розроблені для водопроводу, свердловин, джерел і криниць. Це можуть бути упаковки для визначення одного або декількох видів забруднень. Комплекти забезпечені інструкціями, які допомагають провести експрес-аналіз води в домашніх умовах, розібратися в результатах і правильно вибрати побутовий фільтр.

Більш точну оцінку дають професійні портативні лабораторії, що включають реагенти для проведення самостійного хімічного аналізу. Вартість цих наборів значно вище послуг фахівців, а робота з ними вимагає наявності спеціальних знань і досвіду.

Санітарно-бактеріологічні методи аналізу питної води виявляють присутність в рідині патогенних організмів (легіонел, сальмонел, шигел, кишкової палички), фекальних забруднень, а також визначають допустиму кількість непатогенних мікроорганізмів. Перевищення числа нешкідливих бактерій веде до підвищення рівня заліза і сірки, а також стає причиною нальоту на водопровідних трубах і посуді. Для проведення мікробіологічних досліджень застосовують спеціальне обладнання, що дозволяє створити сприятливі умови для росту мікроорганізмів і забезпечити їх живильним середовищем для життєдіяльності. В діагностиці посівів використовують потужні мікроскопи та інші професійні прилади, тому в домашніх умовах ці технології випробувати не вийде.

Радіологічне дослідження питної води рекомендовано проводити в екологічно неблагополучних місцевостях. Як правило, свердловини та колодязі перевіряють на присутність тритію і радію. Ці підступні ізотопи швидко поширюються в підземних водах, накопичуються там і ніяк не видають своєї

присутності. Радіоактивні елементи непомітно руйнують клітини людського організму, викликаючи невиліковні захворювання [20-22].

2.2 Типове обладнання для аналізу забруднень води

Аналіз якості будь-яких вод можна проводити не тільки за бажанням споживачів і у виробничих цілях, але і на різних етапах її очищення. Так, комплексна очистка водного середовища виконується за 5 кроків: механічне видалення твердих частинок і великих забруднювачів. Процедура виконується в кілька етапів. Спочатку вода проходить очищення на осадових фільтруючих пристроях. Потім відбувається очищення за допомогою активованого вугілля. На останньому етапі рідина очищається в процесі мікрофільтрації. Після цього вода проходить спеціальну обробку для зменшення вмісту в ній розчиненого заліза. Використання певних реагентів дозволяє пом'якшити воду, тобто зменшити концентрацію мінеральних солей в ній. Після цього виконується тонка очистка. Для дезінфекції рідина піддається ультрафіолетового опромінення. Якщо потрібно провести комплексний аналіз води, то взяття проб відбувається на кожному етапі. А для проведення вимірювань використовується різне обладнання. Перш за все, дивляться на наявність в пробах визначено види колоній бактерій, що викликають серйозні забруднення води. Також оцінюються кількість, характер і особливості знайдених мікроорганізмів. Устаткування для аналізу води дозволяє не тільки оцінити ступінь забруднення, а й визначити його характер і властивості. Все це дає можливість найбільш правильно і точно підібрати методику очищення води [23].

Дане обладнання для аналізу води дозволяє проводити проби як в польових, так і в лабораторних умовах. Зазвичай такі агрегати використовуються з відповідними реагентами, які поставляються в комплекті. До цього устаткування можна віднести наступні прилади: монопараметричний фотометр. Цей агрегат призначений для визначення присутності в воді якогось

конкретного елемента. Прилад комплектується ампулами для проведення дослідження. Результати випробувань настільки точні, що їх можна навіть порівняти з даними, отриманими в лабораторних умовах.

Спектрофотометр – апарат, який дозволяє тестувати різні типи рідини: природні води, каналізаційні стоки, оцінювати склад питної води і технологічних рідин. Він може використовуватися як в лабораторіях, так і за їх межами.

Мультипараметричний фотометр – даний прилад можна назвати компактним колориметром (рис. 2.1). Він укомплектований рідкокристалічним дисплеєм, саме заповнюваними ампулами. Завдяки більш 50 використовуваних програм агрегат дозволяє дуже точно підрахувати наявність того чи іншого компонента у воді. Оскільки на етапі проведення аналізу повністю відсутній процес змішування і підготовки речовини, даний агрегат абсолютно нешкідливий для людини. Сучасний апарат може програмуватися користувачем, є до 10 варіантів. Також можна виконувати оновлення встановленого програмного забезпечення.

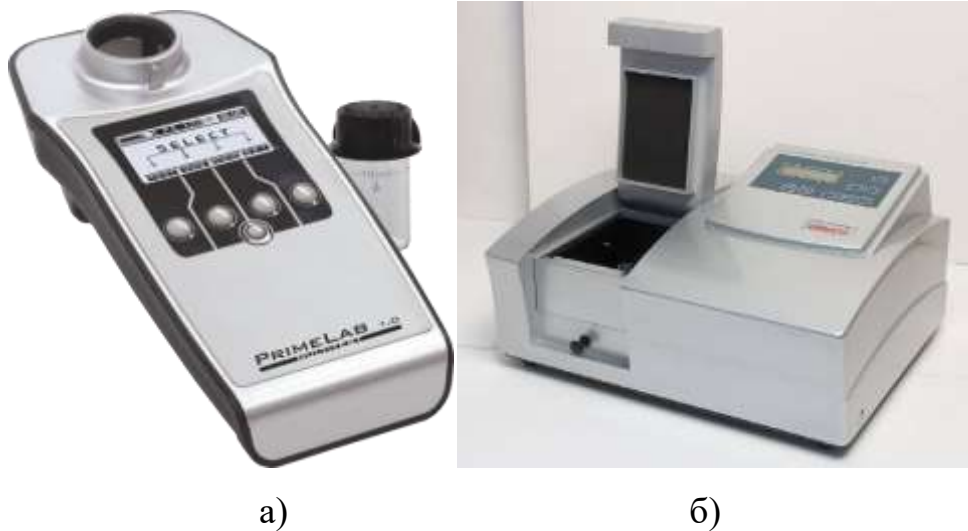


Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд (а, б) фотометра

Компактний TDS-метр (солемер) дає можливість вимірювати жорсткість води за рахунок обчислення електропровідності води (рис. 2.2). Процедура перевірки займає всього кілька секунд. Для цього прилад потрібно занурити в

випробовуваний зразок води. Компактний мутномер дозволяє оцінювати прозорість і каламутність води в польових умовах. Даний агрегат частіше застосовуються на хімічних і харчових підприємствах. Прилад, що дозволяє вимірювати кислотність води в домашніх умовах. Портативний набір для тестування питної води. Даний агрегат укомплектований всім необхідним для проведення 30 аналізів. Сама процедура перевірки займає всього 5 хвилин. До агрегату в комплекті йдуть самозаповнюється капсули і всі необхідні реагенти. Цей прилад може використовуватися для виконання титриметрического аналізу, колориметрической перевірки або для здійснення аналізу за методом фотометрії.



Рисунок 2.2 – Компактний TDS-метр

Зазвичай аналіз стічних і вироблених вод виконується санітарно-епідеміологічними організаціями і самими підприємствами з виробництва води. Існує безліч лабораторних приладів для оцінки якості і визначення складу води. Підбір подібного обладнання виконується з аналізу води, який необхідно провести. Вибрати потрібний агрегат може тільки фахівець-лаборант. Ми опишемо тільки найпоширеніші і затребувані агрегати: Компактні агрегати для електрохімічних вимірів. Сучасні технології та наявність вдосконалених електродів дозволяють використовувати даний прилад як ОВП-метр, іономер, кондуктометр, вимірювач кислотності, солемер, оксиметр, а також як в

комбінованих функціях. Прилад має вологонепроникний корпус, зручний дисплей, функції зчитування і калібрування.

Мутноміри: час проведення аналізу у даного агрегату набагато менше, ніж тривалість проведення дослідів іншими методиками. Прилад дозволяє максимально точно визначити колір зразка, його пропускання і поглинання. Прилади для оцінки хімічного споживання кисню. Агрегат укомплектований чітко дозованими для одного виміру реагентами. Колориметр і спектрофотометр при ньому дозволяють миттєво зчитувати результати аналізу [24].

ЗЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ТОКСИЧНОЇ ДІЇ ЗАБРУДНЕНЬ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

3.1 Організми-біоіндикатори токсичних речовин у водному середовищі

Упродовж останніх десятиріч великої актуальності набуло застосування біологічних методів моніторингу та оцінки стану гідроекосистем. Ці методи базуються на використанні біологічних об'єктів та оцінці реакції організмів або клітин на вплив різноманітних чинників середовища. До основних напрямів біологічного моніторингу належать біоіндикація (спосіб інтегральної оцінки якості середовища за реакцією на нього живих організмів-біоіндикаторів або їхніх спільнот) та біотестування (використання у контрольованих умовах біологічних об'єктів (тест-об'єктів) для виявлення та оцінки дії чинників навколишнього середовища (у тому числі й токсичних) на організм, його окрему функцію або систему організмів).

Для біологічної індикації якості вод можна використовувати майже всі групи організмів, які населяють водойми: планктонні і бентосні безхребетні, найпростіші, водорості, макрофіти, бактерії.

У дослідженнях часто використовують спеціальні лабораторні культури тест-організмів, а під час експерименту по біотестуванню зразка компонента середовища контролюють основні фізико-хімічні параметри довкілля (температура, освітлення, концентрація кисню тощо). Це дозволяє отримувати більш точні та відтворювані результати. Для оцінки якості вод з початку 1930-х рр. використовують дафнію (*Daphnia magna*). На сьогодні виконано чимало робіт із визначення дії на дафнію більшості ксенобіотиків, що їх знаходять у водних об'єктах. У законодавчому порядку цей веслоногий рачок включений до числа тест-об'єктів для оцінки якості води в багатьох країнах світу.

Наприклад, після розміщення генетично однорідних цибулин цибулі звичайної у розчини досліджуваної речовини (рис. 3.1), її токсичність можна оцінити за величиною приросту коренів рослин.

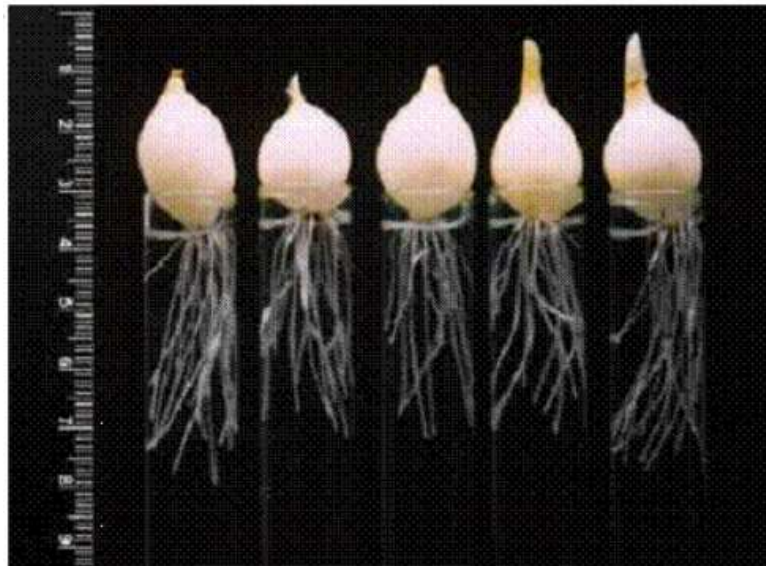


Рисунок 3.1 – Біотестування за допомогою цибулин

Параметри виживання/смертності та життєздатності новонароджених гіллястувусих ракоподібних дафній (рис. 3.2), які є дуже чутливими до токсичних речовин у водному середовищі, дозволяє визначати небезпеку питної води для людини.



а)

б)

Рисунок 3.2 – Біоіндикація (б) за допомогою гіллястувусих ракоподібних дафній (а)

Хорошим біоіндикатором є водорості Носток сливоподібна (рис 3.3). Наявність цього виду говорить про чисту воду. Перша ознака тривоги –

подрібнення і порушення правильної округлої форми смарагдових "куль" цієї водорості.



Рисунок 3.3 – Водорость Носток сливоподібний (а,б)

Бурхливий розвиток інших синьо-зелених водоростей, наприклад, осциляторія - хороший індикатор небезпечного забруднення води органічними сполуками. Кращий індикатор небезпечних забруднень – прибережне обростання, що розташовується на поверхневих предметах у кромки води. У чистих водоймах ці обростання яскраво-зеленого кольору або мають бурий відтінок. При надлишку у воді органічних речовин і підвищення загальної мінералізації обростання набувають синьо-зелений колір, тому що складаються в основному з синьо-зелених водоростей.

Хороші результати дає аналіз бентосних (придонних) безхребетних (рис 3.4). Оцінка чистоти водойм робиться за переважанням, або відсутності тих чи інших таксонів. Фітопланктон найбільш поширена і добре вивчена з усіх екологічних груп водоростей.

Склад фітопланктону має велику видову насиченість. Аналіз видового складу, достатку і кількісного розвитку видів фітопланктону входять у всі програми екологічного моніторингу водойм. Вивчення фітопланктону водойм проводиться шляхом збору проб на встановлених станціях. Для визначення видового складу фітопланктону з проби на предметне скло наноситься крапля матеріалу, закривається покривним склом і аналізується під мікроскопом.

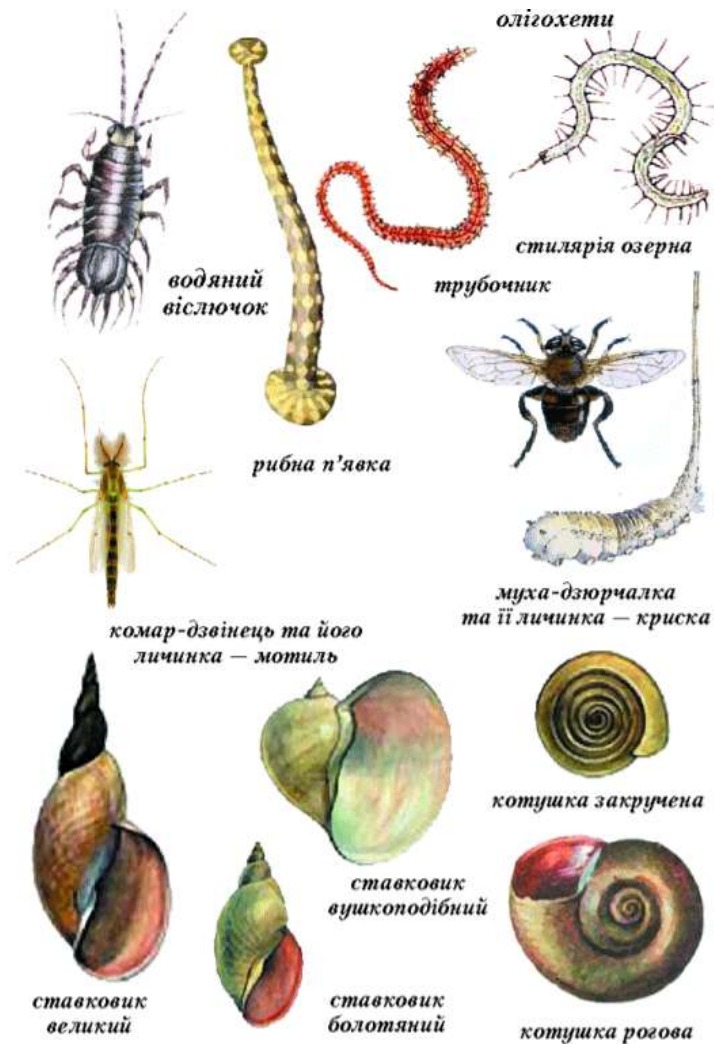


Рисунок 3.4 – Безхребетні індикатори забруднення води

Ідентифікація видів здійснюється за допомогою визначника (рис. 3.5). Синьо-зелені водорості – прокаріотів, зустрічаються повсюдно і можуть мешкати в таких екстремальних біотопах, як гарячі джерела і кам'яністі пустелі.

Діатомові водорості – мікроскопічні організми, зустрічаються у всіх видах вод. Утворюють основну масу складу продуцентів у водоймі, вони є початком харчового ланцюга. Їх поїдають безхребетні тварини, деякі риби. Масове розвиток деяких діатомових водоростей може мати і негативні наслідки (впливають на якість води, викликають загибель личинок риб, забиваючи їм зябра). Багато діатомеї можна використовувати як індикатори якості води водойми. Зелені водорості – один із самих великих відділів водоростей. Евгленові водорості – поширені виключно в прісних водоймищах, багаті

органічними речовинами, в клітинах містять численні криваво-червоні гранули. При масовому розвитку ці види утворюють на поверхні води червоний наліт, деякі види викликають "цвітіння" води, фарбуючи її в коричневий колір. Індикація та біотестування забруднених територій. Золотисті водорості – переважно прісноводні водорості, найчастіше зустрічаються в чистих водоймах. Зазвичай вони розвиваються в холодну пору року. Дінофітові водорості – існують у прісних водах і в морях. Серед них існують паразити які знищують личинок устриць, види які виробляють отруту, смертельну для риб. Крім, того розкладаючись після свого масового розвитку, так званих "червоних припливів", вони можуть отруювати воду на багато кілометрів шкідливими продуктами розпаду, впливаючи на риб та інших водних тварин[33].

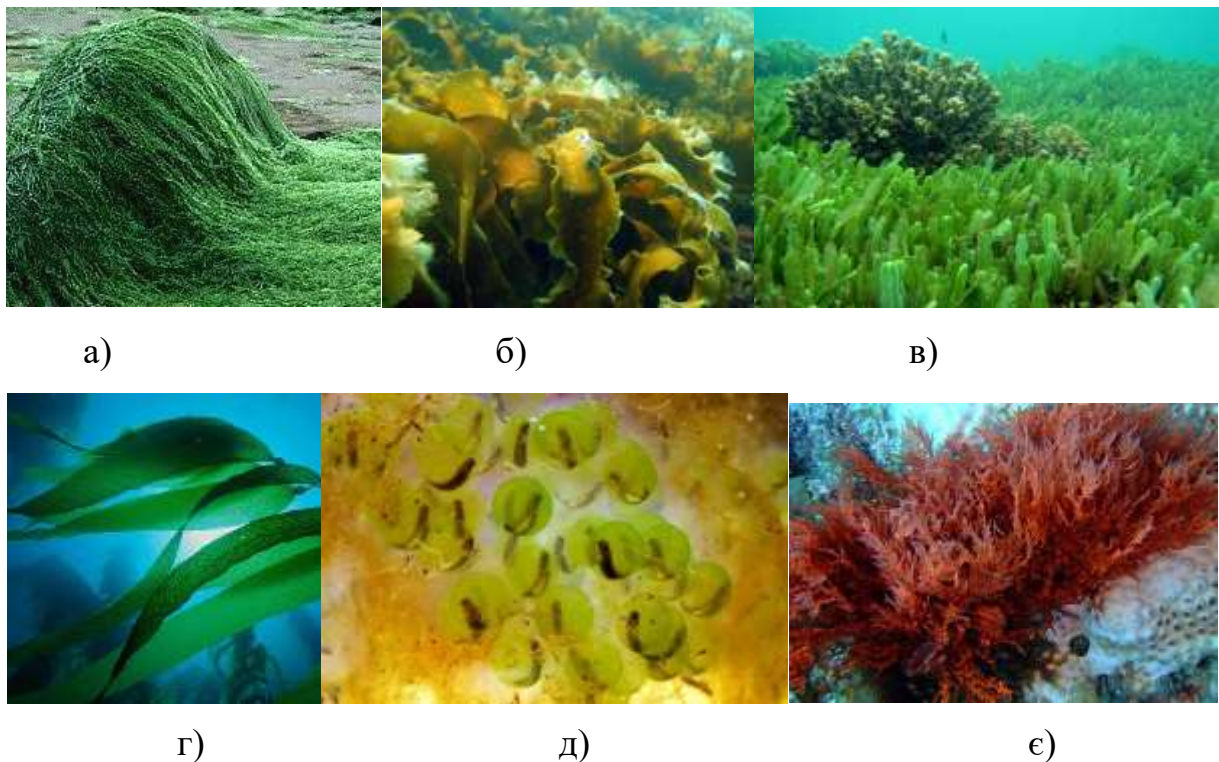


Рисунок 3.5 – Види водоростей індикаторів: синьо-зелені (а), діатомові (б) зелені (в), евгленові (г), золотисті (д), дінофітові (є)

Підсумовуючи всю важливість методів біоіндикації як дослідження, необхідно відзначити, що біоіндикація передбачає виявлення забруднення навколишнього середовища, що вже відбулося або відбувається, по

функціональних характеристиках особин і екологічних характеристиках співтовариств організмів. Поступові ж зміни видового складу формуються в результаті тривалого отруєння водойми, і явними вони стають у випадку у разі далеко йдучих змін. Для річок і струмків найбільш точні результати дає вивчення донних організмів (бентоса) і мешканців укорінених на дні водних рослин (перифітона), які, не переміщаючись разом з потоком, краще відображають загальну якість води, що протікає над ними. У стоячих водоймах разом з бентосом перспективне використання організмів – мешканців товщі води (планктону). Для біоіндикації можуть використовуватися показники біосистем всіх рангів. Зазвичай, чим нижчий ранг біосистеми, використовуваної як біоіндикатор, тим більше точними можуть бути висновки про вплив чинників середовища і навпаки.

Отже, для біоіндикації найбільш показові наступні характеристики

- хімічний склад клітин;
- склад, структура і ступінь функціональної активності феноменів;
- структурно-функціональні характеристики клітинних органів;
- розміри клітин, їх морфологічні характеристики, рівень активності;
- гістологічні показники;
- концентрації поллютантів в тканинах і органах;
- частота і характер мутацій, канцерогенезу, потворності.

Найбільш зручним для неспеціаліста об'єктом біоіндикації є, мабуть, макрозообентос - макроскопічні (завдовжки більше 2 мм) безхребетні тварини, що мешкають на дні водойм і в заростях водних рослин. Це, головним чином, водні личинки і імаго комах, молюски, п'явки, малощетинкові черв'яки і вищі ракоподібні.

Біоіндикація дає змогу оцінювати:

1) комплексний, інтегральний вплив забруднювальних речовин на видовий склад і кількість гідробіонтів, характеризуючи якість вод як середовище їхнього існування;

2) зміни якості води впродовж короткого часового періоду;

3) якість води з огляду на її придатність для господарської діяльності та потреб людини.

Біотестування, як метод оцінки стану водного середовища використовують:

- 1) під час визначення фітотоксичності води;
- 2) для встановлення ефектів післядії ксенобіотиків у водному середовищі;
- 3) під час проведення токсикологічної оцінки стічних вод (промислових, побутових, сільськогосподарських, дренажних), забруднених природних вод з метою виявлення потенційних джерел забруднення;
- 4) під час проведення екологічної експертизи нових матеріалів та речовин.

Упродовж останніх десятиріч біотестування у багатьох країнах стало загально визнаним і обов'язковим елементом системи контролю забруднення водного середовища токсичними речовинами [28].

Організми, які зазвичай використовують як біоіндикатори, відповідальні за самоочищення водойми, беруть участь у створенні первинної продукції, здійснюють трансформацію речовин у водних екосистемах. Склад і стан рослинності може вказати на наявність забруднювачів води в межах різноманітних промислових комплексів. Наявність і розподіл водоростей – це надійний показник забруднення й санітарного стану вод у морях, ріках та озерах.

Деякі види водоростей зникають у ході наближення до джерел забруднення, а інші (наприклад, морський салат *Ulva lactuca*) поширюються за підвищеного забруднення вод. У місцях витоку стічних вод залишається лише бідна флора полісапробіонтних водоростей, що витримують велику концентрацію органічних речовин у воді й тому є індикаторами дуже забруднених вод.

Водорості бентосу є ще точніші індикатори санітарного стану морських вод. У бухтах Чорного моря в чистих водах живуть десятки видів діатомей, що

зникають у міру забруднення. У разі слабого забруднення з'являються полісапробіонтні діатомеї (мелозіри та ін.) На максимальне забруднення води вказує масовий розвиток *Melosira moniliformis*. Виявити присутність небезпечної забруднюючої речовини у водоймищі можна за допомогою проявів її токсичного ефекту на рибах[29].

Вибір видів-біоіндикаторів серед гідробіонтів, які населяють водойму, передбачає володіння ними наступними ознаками: висока екологічна точність реакції біоіндикатора на зміну фактору середовища, який індикується; відносно висока чисельність виду-індикатора; широке розповсюдження у екосистемі; простота у визначенні таксономічної приналежності; наявність інформації про екологію виду [28,30].

3.2 Використання біоіндикації для аналізу забруднень

Сьогодні загострюється проблема забруднення природних об'єктів відходами техногенного походження. Відходи промислових підприємств отруюють повітря, воду і ґрунт, згубно впливають на живі організми і є для них токсичними. Серйозною екологічною проблемою, що вимагає невідкладного вирішення, є забруднення водних ресурсів і ґрунту нафтою і нафтопродуктами, важкими металами, пестицидами та іншими речовинами. Для їх знешкодження традиційно застосовують фізичні та хімічні методи. Однак з кожним роком зростає зацікавленість до використання біотехнологічних методів знешкодження відходів й очищення об'єктів довкілля від забруднення токсикантами як більш ефективними і економічними, а головне – екологічно безпечними методами очищення. Найпоширенішими методами очищення води, повітря та ґрунтів є адсорбційні методи. Однак більшість відомих сорбентів мають загальні недоліки (висока вартість, низька сорбційна ємність та ін.). Виробництво сорбентів традиційним способом характеризується багатостадійністю, складністю застосовуваного устаткування, обмеженістю сировинної бази тощо.

Приділяють значну увагу новим, високоефективним технологіям, які ґрунтуються на застосуванні біосорбентів, які об'єднують переваги сорбційного і біодеструктивного методів ліквідації забруднень. Біодеструктивні сорбенти локалізують забруднення і руйнують адсорбовані продукти за допомогою біологічних об'єктів різного рівня організації (мікроорганізми, водорості, рослини). При цьому досягається ефективне очищення від забруднень.

У багатьох регіонах України спостерігається критична екологічна ситуація, яка зумовлена переробкою сировинних ресурсів з виділенням великої кількості відходів, що забруднюють навколишнє середовище. Основними чинниками такої ситуації в країні є тверді відходи, забруднені стічні води та викиди в атмосферу промислових підприємств і транспорту. Основними джерелами утворення твердих відходів в Україні є підприємства хімічного, гірничорудного, лісового та деревообробного, машинобудівного, металургійного, будівельного та паливно-енергетичного комплексів, а також харчової й легкої промисловості.

Мікробні популяції можуть розглядатися як індикатори фізико-хімічних і біологічних процесів, а групи мікроорганізмів, що реагують на забруднення зміною своїх фізіологічних властивостей і чисельністю, називають індикаторними. Завдяки малим розмірам бактерії мають велику відносну поверхню контакту із середовищем і здатні швидше реагувати на його забруднення, ніж більш високоорганізовані організми. Високі швидкості росту та розмноження бактерій дають можливість в короткий термін простежити за дією будь-якого екологічного чинника протягом десятків і навіть сотень поколінь [31]. У розкладанні (деструкції) того чи іншого субстрату беруть участь різні види мікроорганізмів, що входять до групи об'єднаних тільки цією функцією і становлять поняття екологотрофічної індикаторної групи. Біологічна доцільність виникнення індикаторних видів визначається їх особливим призначенням: вони заповнюють "прогалини" в біоценозах, що утворилися в результаті негативного антропогенного впливу і допомагають їх відновлювати, беручи, таким чином, участь у збереженні стійкості екосистем.

Мікроорганізми завдяки фізіологічним і генетичним особливостям швидко реагують на зміну якості середовища і на дію стресових факторів. Окремий організм адаптується за допомогою включення одного або декількох механізмів індивідуальної резистентності. Мікроорганізми здатні утилізувати всі наявні в природі органічні речовини. Причому необхідні для цього ферменти є індукційними, тобто синтезуються в їхніх клітинах у міру необхідності (присутність відповідного субстрату в середовищі). Завдяки цьому мікроорганізми швидко реагують на присутність в середовищі нових хімічних сполук природного або антропогенного походження. Залежно від забруднення водного середовища виділяють бактерії – індикатори біологічного, фекального і техногенного забруднення [28].

Особливої шкоди водоймам завдають нафта й нафтопродукти, які утворюють на поверхні води плівку, що перешкоджає газообмінові між водою та атмосферою й знижує вміст у воді кисню. В результаті розливу 1 т нафти плівкою покривається 12 км кв. води. Згустки мазуту, осідаючи на дно, вбивають донні мікроорганізми, які беруть участь у процесі самоочищення води. Внаслідок гниття осадів, забруднених органічними речовинами виділяються шкідливі сполуки, зокрема сірководень, що отруюють усю воду в річці чи озері.

Нафтоокиснювальні мікроорганізми: частково поява нафтовуглеводнів (НВ) пов'язана з природними процесами, але їх концентрація збільшується в багатьох екосистемах внаслідок діяльності людини. Мікробні асоціації можуть трансформувати НВ у проміжні метаболіти або мінералізувати в діоксид вуглецю і воду. Серед нафтоокиснювальних бактерій з високою активністю можна назвати грампозитивні корінеформні бактерії (*Mycobacterium*, *Nocardia*, *Corynebacterium*, *Arthrobacter* та ін.), представників роду *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*. Що стосується нафтоокиснювальних дріжджів, призначених переважно для очищення поверхневих шарів вод, то більшість їх належать до родів *Candida*, *Rhotorula* і *Trichosporon*, рідше активні представники родів *Debaryomyces*, *Endomyces*, *Pichia*, *Torulopsis*. Дріжджі

окиснюють переважно парафінову фракцію нафти. Серед міцеліальних грибів найактивніше окиснюють нафту представники родів *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor* і *Cladosporium* [30].

Окиснення ароматичних вуглеводнів не є властивістю роду або виду мікроорганізмів – це ознака штамів. Так, на тлі загальної пригнічувальної дії токсиканта з'являються штами, здатні його розщеплювати, які, ймовірно, є природними мутантами. Якщо парафіни – субстрат, що легко окиснюється нормальними мікроорганізмами біоценозу, то ароматичні вуглеводні окиснюються швидше за все мутантами, а залучення їх у кругообіг є складним для мікробіоценозу процесом [32].

Справжніми рекордсменами, що очищують навколишнє середовище від важких металів, є мікроорганізми: бактерії, гриби, мікроскопічні водорості, що живуть у ґрунті, прісноводних водоймах і морській воді. Гриби-мікроміцети *Aspergillum* містять до 0,3 % міді – у 30 000 разів більше, ніж у навколишньому середовищі. Багато мікроорганізмів у великих кількостях накопичують уран: прісноводна мікрководорість хлорела – до 0,4 % сухої маси, актиноміцети – до 4,5 %, денітрифікуючі бактерії – 14 %, а спеціально відібрані культури дріжджів або псевдомонад – до 50 %.

Важкі метали навіть у незначних концентраціях отруйні. Проникаючи в живі клітини, вони порушують їх життєдіяльність, але свою токсичну дію важкі метали проявляють тільки у виглядйонів. Якщо ж їх тим чи іншим способом перевести в зв'язану форму, то вони втрачають токсичні властивості. Встановлено, що недисоційовані солі і йони, що утворюють комплекси, зазвичай менш токсичні, ніж вільні йони в тих самих концентраціях. Отже, метал, відкладений в клітинній стінці в кристалічному вигляді або у вигляді погано розчинних сполук, виявляється нешкідливим для мікроба. Важкі метали відіграють двояку роль у процесах життєдіяльності організмів. Mg, Cu, Ni, Zn – важливі мікроелементи. Cd, Pb, Sn, Ag, Hg – токсичні.

При високій концентрації всі метали шкідливі для організму, оскільки вони здатні: змінювати конформацію і структуру нуклеїнових кислот, білка;

інгібувати активність ферментів; впливати на осмотичний та енергетичний баланс клітини. Відомі два шляхи надходження важких металів до клітини мікроорганізму: неспецифічний транспорт за градієнтом концентрації і специфічний транспорт білка з використанням енергії АТФ. У мікроорганізмів існують спеціальні механізми для запобігання токсичному впливу металів [31]:

1. Активне виведення або викид металу з клітини.
2. Зниження надходження металу внаслідок зміни проникності клітинної мембрани. Порушення синтезу білка пуринів.
3. Внутрішньоклітинне зв'язування токсичних металів, їх детоксикація.
4. Внутрішньоклітинна ізоляція металів за допомогою капсули.

На відміну від органічних забруднень, метали не можна знищити, але їх необхідно або перетворити на стабільну форму, або видалити. Біологічного очищення металів досягають через біотрансформацію. Механізми, за допомогою яких мікроорганізми впливають на важкі метали, передбачають біосорбцію (сорбцію металів на поверхні клітин за фізико-хімічними механізмами), біовилування (мобілізацію важких металів через екскреції органічних кислот або метилювання), біомінералізацію (важкі метали іммобілізуються через утворення нерозчинних сульфідів або полімерних комплексів), внутрішньоклітинне накопичення і каталізування ферментним перетворенням (окисно-відновні реакції)[30,31].

Пестициди – це речовини або суміші речовин, призначені для знищення шкідників та захисту від них. Пестициди, які швидко розкладаються називають нестійкими, тоді як ті, які протистоять деструкції, – стійкими. Найпоширеніший тип деструкції, здійснюваний грибами і бактеріями, які використовують пестициди як поживні речовини. Бактерії, що є деструкторами пестицидів: *Providencia stuartii*, *Bacillus*, *Staphylococcus* і *Stenotrophomonas*. Найбільш досліджені гриби: *Aspergillus* i.e. *A. ustus*, *A. nidulans* var. *nidulans*, *A. versicolor*, *Penicillium chrysogenum*, *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata*, *Mucor racemosus*, *Phoma glomerata* і *Trichoderma longibrachiatum*, є деструкторами пестицидів за допомогою ферментних систем: внутрішньоклітинної (цитохроми

P450) і позаклітинної (лігнін-руйнівна система в основному складається з пероксидази і лактази).

3.3 Методики біотестування та біоіндикації забрунення водного середовища

Біоіндикація – оперативний моніторинг навколишнього середовища на основі спостережень за станом і поведінкою біологічних об'єктів (рослин, тварин та ін.). Цей метод дедалі поширюється, оскільки рослини - індикатори мають такі переваги:

- підсумовують біологічно важливі дані щодо навколишнього середовища;
- здатні реагувати на короточасні й залпові викиди токсикантів;
- реагують на швидкість змін, що відбуваються в довкіллі;
- вказують на місця накопичення забруднювачів та шляхи їх міграції;
- дають змогу розробляти оцінки шкідливого впливу токсикантів на людину й живу природу на ранніх стадіях та нормувати допустиме навантаження на екосистеми.

Ряд рослин-індикаторів реагує на підвищені або знижені концентрації мікро- і макроелементів у ґрунті. Це явище використовується для попередньої оцінки ґрунтів, визначення можливих місць пошуку корисних копалин. Один зі специфічних методів моніторингу забруднення навколишнього середовища – біоіндикація, визначення ступеня забруднення геофізичних середовищ за допомогою живих організмів, біоіндикаторів.

Визначення токсичності техногенно забруднених субстратів і чутливості класичних лабораторних тест-об'єктів здійснювали з використанням методики О.А. Берестецького. Метод ґрунтується на пророщуванні насіння модельних видів рослин на різних субстратах. Існує багато рекомендацій щодо використання того або іншого виду рослин для біоіндикації стану навколишнього середовища. Для визначення сумарної токсичності води було

обранонасіння редису посівного, що пов'язано з високою чутливістю насіння до токсичних речовин, а саме пестицидів.

В якості полютантів використовують три види засобів для боротьби з шкідниками (рис. 3.6): гербіцид Раундап (Монсанто, Україна), фунгіцид Ридоміл (Сингента, Україна), інсектицид Децис (Сроп Ссаісе, Україна). Головним критерієм вибору вказаних засобів є: широке використання населенням для обробітку власних сільськогосподарських угідь і доступність вартості для пересічного українця, тобто чимале значення відіграла цінова політика.



Рисунок 3.6 – Засоби для боротьби з шкідниками: Децис (а), Ридоміл (б), Раундап (в)

Оперативну інформацію про фітотоксичність забрудненої води можна отримати, використовуючи тест-об'єкти (насіння і проростки рослин) і різноманітні тест-показники (динаміка проростання насіння, відсоток схожості, довжина головного і бічних коренів, висота пагона тощо). Проведення експериментів з впливу різних техногенних субстратів на рослинні об'єкти в контрольованих умовах дозволяє вирішувати багато завдань: встановити причини різної стійкості рослин і тенденції пристосування до токсикантів,

виявити вплив конкретного фактора середовища, виключити дію інших чинників, з'ясувати летальну дозу полютанту.

Дослід проводився наступним чином: до проби води додається відповідний розчин отрутохімікату, розбавляючи його у співвідношенні 1:10, оскільки стічні води розбавляються з природному у вказаному співвідношенні, тобто використовуються умови максимально наближенні до природного розбавлення. Насіння редису посівного поміщують в чашки Петрі, вирівнюючи поверхню за допомогою марлевого диску (рис. 3.7), після чого зволожують однаковим (10 мл) об'ємом досліджуваних розчинів та контрольний зразок (без додавання отрутохімікату). Чашки закривали і витримували декілька діб за кімнатної температури для дифундування токсичних речовин у воду, для проростання зерен редису. Вологість субстратів із насінням та отрутим компонентом була в межах 70–80%. Контролем слугувало насіння без додавання засобу для боротьби з шкідниками, зволожений до 70–80% від повної вологості. Насіння пророщували при 23–25°C протягом 5 діб. Для достовірніших даних використовували по три зразки для кожного аналізуючого об'єкту. Було обрано насіння редису посівного, оскільки воно добре реагує на коливання полютанту, та чутливий до дій отрутохімікатів.



Рисунок 3.7 – Зразки пророщування насіння

На основі визначення морфометричних параметрів тест-об'єктів встановлено, що відбувалось пригнічення ростових процесів (рис. 3.9) досліджуваних проростків у всіх зразках (ДодатокБ). Також пропостання зерен скоротилося при додаванні отрутохімікату (рис. 3.8).

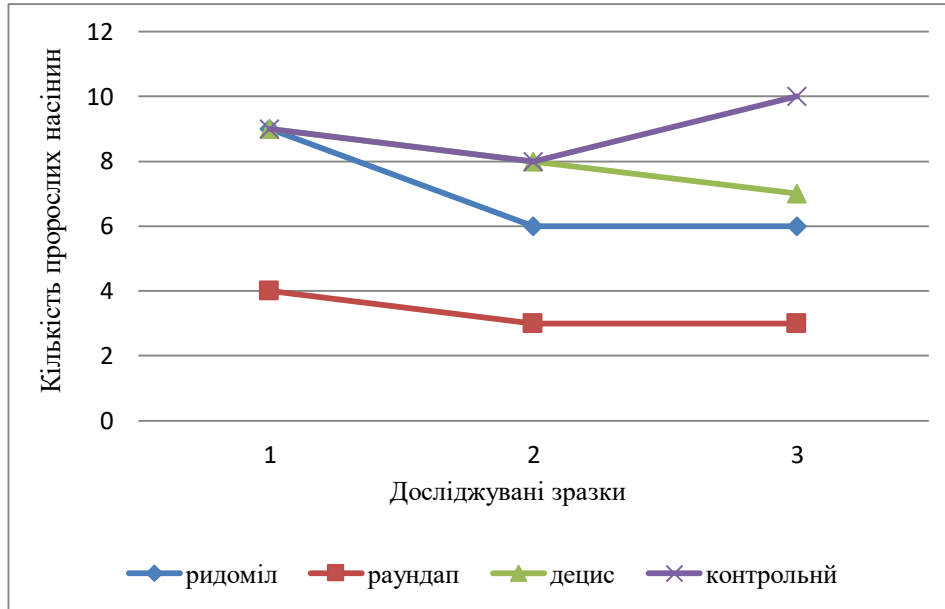


Рисунок 3.8 – Інтенсивність проростання зерен у досліджуваних зразках

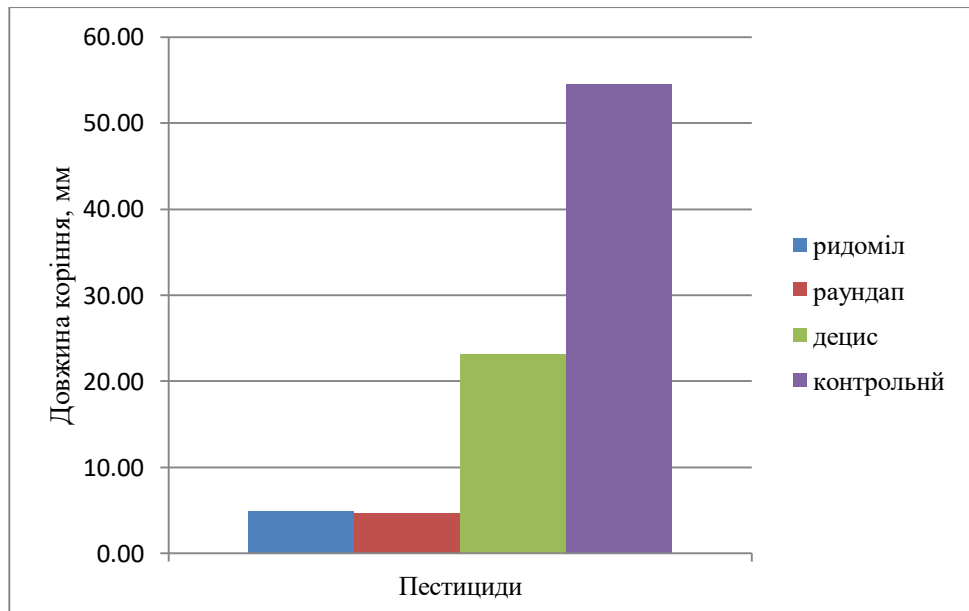


Рисунок 3.9 – Довжина (мм) коренів редису в досліджуваних зразках

У досліджуваних зразках (рис. 3.10) відбулись наступні морфометричні зміни: у контрольному зразку (рис. 3.11) спостерігаємо практично повне

проростання зерен, з гарним корінням та стеблом, середня довжина коріння дорівнює 54,6 см.



а)

б)



в)

г)

Рисунок 3.10 – Проростання зерен в досліджуваних зразках: контрольний (а), з додаванням Децису (б), з додаванням Ридомілу (в), з додаванням Рандап (г)

При додаванні тестициду відбувалось зменшення довжини корінця та самого стебла редису посівного (рис. 3.12 – рис.3.14). Найгірша динаміка проростання зерен – при додаванні фунгіцину Ридоміл та гербіциду Раундап, середня довжина коріння становить 4,8 см, а проростання зерен скоротилась на 40 % порівняно із контрольним зразком.

Відомо, що насіння редису добре адсорбує розини отрутохімікатів, що у свою чергу, призводить до змін метаболічних реакцій, унаслідок чого насіння може взагалі не проростати. З наших дослідів видно, що при потраплянні засобів для боротьби з різними шкідниками на насіння редису посівного, менше половини зерен взагалі не проросло.

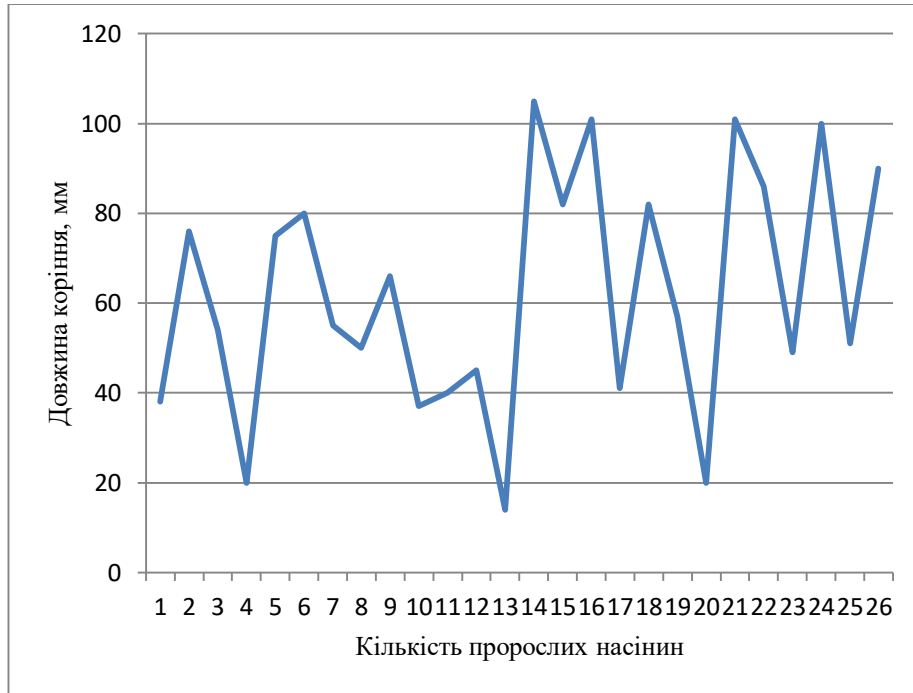


Рисунок 3.11 – Динаміка проростання у контрольному зразку



Рисунок 3.12 – Динаміка проростання з додаванням Ридомілу



Рисунок 3.13 – Динаміка проростання з додаванням Раундапу



Рисунок 3.14 – Динаміка проростання з додаванням Децису

Пригнічення ростових процесів коренів інших тест-об'єктів – редису посівного визначають рівень токсичності досліджуваних техногенних субстратів як середній та вищий від середнього (рис. 3.15).

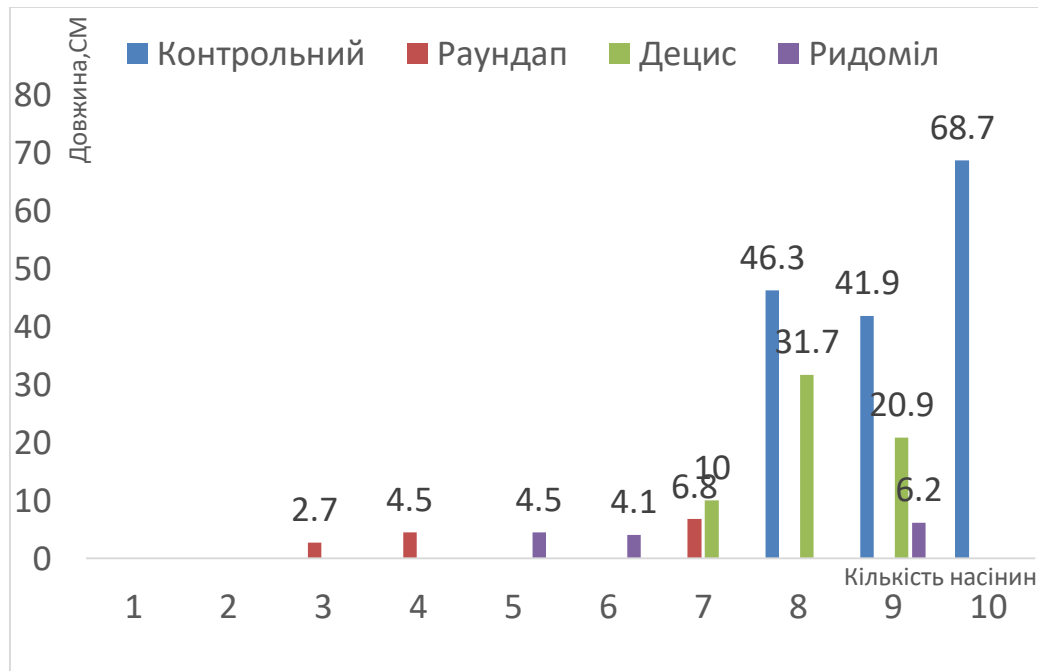


Рисунок 3.15 – Залежність росту зерен від внесеного отрутохіміката

На основі проведених вимірювань був обчислений фітотоксичний ефект для кожного зразку (табл. 3.1) досліджуваного об'єкту. Фітотоксичний ефект (ФЕ, %) визначали у відсотках до довжини кореневої системи за формулою 3.1:

$$\text{ФЕ} = \frac{L_0 - L_x}{L_0} \cdot 100\%, \quad (3.1)$$

де L_0 – середня довжина кореня рослини, вирощеної на контрольному середовищі;

L_x – середня довжина кореня рослини, вирощеної під впливом токсичного фактора.

Таблиця 3.1 – Фітотоксичний ефект для кожного зразка

Засіб для боротьби з шкідниками	Фітотоксичний ефект, %
Ридоміл	91
Раундап	91,45
Децис	57,5

Отримані дані опрацьовувалися методами математичної статистики (рис. 3.16).

Оцінку токсичності субстратів проводили за п'ятибальною шкалою (табл. 3.2), яка дозволяє визначити фітотоксичність тест-об'єктів.

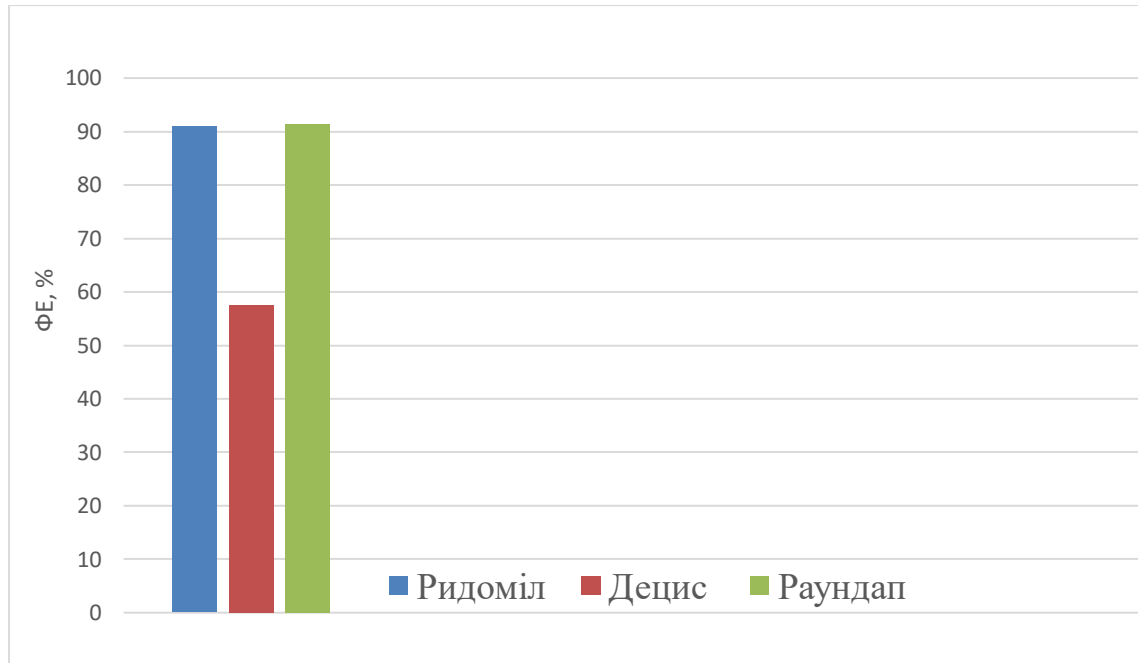


Рисунок 3.16 – ФЕ (%) кожного отрутохіміката

Таблиця 3.2. –Шкала рівнів токсичності

Рівні пригнічення ростових процесів (фітотоксичний ефект), %	Рівень токсичності
0–20	Відсутність або слабкий рівень
20,1–40	Середній рівень
40,1–60	Вище середнього рівня
60,1–80	Високий рівень
80,1–100	Максимальний рівень

Таким чином, згідно шкали рівнів токсичності (табл. 3.2), можна зробити висновку, що фітотоксичний ефект Ридомілу та Раундапу має максимальний рівень, а Децису – вище середнього.

Отже, провівши дані дослідження, прийшли до висновку, що між пригніченням морфометричних показників досліджуваних рослин (редис посівний) і внесеним отрутохімікатом встановлену пряму залежність. Чим більший фітотоксичний ефект досліджуваного зразка, тим менша довжина пророслого коріння та пригнічений розвиток рослини.

Основними вимогами, якими керувались при виборі даного методу аналізу є: експресність, доступність і простота експериментів, відтворюваність і достовірність отриманих результатів, економічність.

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСУ УТИЛІЗАЦІЇ ПЕСТИЦИДІВ

4.1 Порівняння різних схем термічного знешкодження пестицидів

Для задоволення високих вимог до знешкодження пестицидів необхідні відповідні методи, дороге і складне обладнання. У зв'язку з цим важливе значення має вартість систем знешкодження.

Відсутність техніко-економічних досліджень ефективності застосовуваних методів знешкодження не дозволяє дати правильну оцінку економічної доцільності використання того чи іншого методу. Однак ми визнали за необхідне привести дійсні витрати на здійснення різних методів знешкодження для конкретних видів відходів з метою орієнтованої оцінки самого процесу термічного знешкодження.

У табл. 4.2 – 4.6 приведені дані по вартості діючих установок знешкодження промислових рідких пестицидів. Економічна оцінка існуючих методів знешкодження осадів з урахуванням санітарних норм дає підставу вважати на сучасному рівні розвитку техніки методи каталітичного окислювання і спалювання в печах найбільш прогресивними. Метод рідкофазного окиснення, застосовуваний для знешкодження промислових стічних вод з концентрацією органічних речовин 0,5 - 100 г/л, також може виявитися вигідним для цілого ряду промислових виробництв. У табл. 4.2 приведені порівняльні дані по вартості знешкодження рідких пестицидів, що містять 1 г/л азоторганічних сполук.

Вартість каталітичного знешкодження з рекуперацією тепла в 2,5 рази дешевше вогневого спалювання і складає, наприклад, при очищенні газованих пестицидів виробництва стрептоміцину 17 коп. за 1000 м³. За літературними даними, на установці продуктивністю 3000 м³/год вартість каталітичного очищення в 2 рази нижче, ніж вартість високотемпературного очищення, а на установці продуктивністю 50 000 м³/год – у 4 рази нижче.

Порівняльні дані про вартість знешкодження 10000 м³/год газованого пестициду, що відходить, вогневим методом і каталітичним допалюванням представлені в табл. 4.1, причому тут розглянуті також випадки знешкодження газів з одночасною рекуперацією тепла і рекуперацією тепла з використанням очищеного газу. Слід зазначити, що ці дані повинні розглядатися як орієнтовні, тому що в них не враховуються витрати на очищення до санітарних норм [39].

Індекс інфляції, або, що те ж, індекс споживчих цін - показник, який характеризує зміни загального рівня цін на товари і послуги, які купуються населенням для невиробничого споживання. Індекс інфляції в Україні в жовтні 2020 склав 100,5% (табл. 4.1) [40].

Таблиця 4.1 – Індеси споживчих цін за останні роки (%)

Місяць/рік	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Січень	101,0	100,2	100,2	100,2	103,1	100,9	100,2
Лютий	100,9	100,2	99,9	100,6	105,3	99,6	99,7
Березень	101,4	100,3	100,0	102,2	110,8	101,0	100,8
Квітень	101,3	100,0	100,0	103,3	114,0	103,5	100,8
Травень	100,8	99,7	100,1	103,8	102,2	100,1	100,3
Червень	100,4	99,7	100,0	101,0	100,4	99,8	100,2
Липень	98,7	99,8	99,9	100,4	99,0	99,9	99,4
Серпень	99,6	99,7	99,3	100,8	99,2	99,7	99,8
Вересень	100,1	100,1	100,0	102,9	102,3	101,8	100,5
Жовтень	100,0	100,0	100,4	102,4	98,7	102,8	101,0
Листопад	100,1	99,9	100,2	101,9	102,0	101,8	
Грудень	100,2	100,2	100,5	103,0	100,7	100,9	
За рік	104,6	99,8	100,5	124,9	143,3	112,4	

У таблицях 4.2 – 4.7 наведені дані за 2006 рік [39], які перераховані для 2020 року з урахуванням коефіцієнта інфляції. У перерахунку маємо індекс інфляції, який складає 101 %:

Таблиця 4.2 – Вартість діючих промислових установок для термічного знешкодження пестицидів

Тип установки	Продуктивність		Вартість установки, тис. грн		Вартість знешкодження, грн	
	т/добу	м ³ /добу	повна	на 1 т	на 1 т	на 1 м ³ водних пестицидів
Осад твердих пестицидів						
Камерна піч з колосниковою граткою	1901,28		6931,75	14,45	9,5	
	570,3		3406,5	23,6	15,4	
	22,6		356,49	62,58	22,5	
Багатоподова піч	28,5		2416,21	338,6	51,0	
	47,5				23,7	
	14,3		594,15	165,17	36,6	
	118,8		1782,45	59,4	11,88	
	792,2		5545,4	27,7		
Барабанна піч	190,1		9902,5	205,9		
Рідкофазне окислювання	14,45		776,5	105,3	50,3	3,04
Рідкі пестициди						
Відкрите спалювання	9,50				79,22	
Камерна піч	16240,1	12576,1	3,08		73,87	
Шахтна піч	665,4	1584,4	16,6		30,10	
Циклонна піч	71,28	27,7	0,16		21,78	
Піч з псевдо-зрідженим шаром	43,57	1307,13	118,8		9,9	
Рідкофазне окислювання	6654,48	9268,74	5,50	132,29	5,52	6654,48

Таблиця 4.3 – Вартість знешкодження осади рідких пестицидів

Метод знешкодження та оброблення осаду	Продуктивність, т/добу	Вартість знешкодження, грн. на 1 т твердої речовини
Розподіл на полях або заховання	1000	25,7
Добрива напівсухі або таровані	950	40,79

Таблиця 4.4 – Вартість знешкодження різних методів оброблення осаду

Метод знешкодження та оброблення осаду	Продуктивність т/добу	Вартість установки, тис. грн		Вартість знешкодження, грн	
		повна	на 1 т	на 1 т	на 1 м ³ водних пестицидів
напівсухі добрива з використанням вакуумфільтрів	100			132,6	
обробка осаду для одержання жирових речовин	80			30,1	
спалювання в печах:					
камерних	480	6931,7	14,49	9,50	
багатоподових	7,2	2416,21	334,7	51,09	
барабанних	48	9902,5	205,9		
розпорошувальних	12			495,1	19,8
з киплячим шаром	10			247,5	9,90
рідкофазне окислення:					
3% твердого, м. Чікаго	200	66663,63	332,72	92,29	2,77
8,5% твердого, м. Уїлінг	7,35	1124,92	153,2	79,22	6,65

Продовження табл. 4.4

6% твердого, м. Левітаун	3,65	776,35	105,36	50,30	3,04
5,6% твердого, м. Рай	2,5	1041,74	415,90	104,5 7	5,82
8,5% твердого, м.Півден. Мілуокі	8,31	435,71	207,55	72,09	6,09
м. Рокленд	49,11	2447,89	195,67		
6,5% твердого, м.Блайнд - Брук	4,44	366,78	326,78	106,1 5	6,17

Таблиця 4.5 – Порівняльна вартість знешкодження осаду рідких пестицидів (40 т/добу)

Показники	РФО з вакуумфільтрацією	Вакуумфільтрація з термопушкою	Анаеробне бродіння	
			з вакуумфільтрацією	з підсушуванням на мулових площадках
Капітальні витрати, тис. грн.	2105,86	2970,75	3168,8	2158,74
Експлуатаційні витрати, тис. грн.	1077,39	1774,52	1711,15	1128,88
Приведені витрати, тис. грн..	1322,97	2146,06	2107,25	1398,23
Вартість обробки 1 т твердої речовини, грн.	72,88	121,99	119,62	77,23
Площа ділянки для обробки осідання, га	1,98	2,37	3,16	198,05

Таблиця 4.6 – Порівняльна вартість очищення рідких пестицидів, які містять до 1 г/л органічних продуктів

Метод знешкодження	Капітальні витрати (у грн.) на установку продуктивністю 100 м ³ /добу			Собівартість очищення 1м ³ /добу
	реагенти	обладнання	енергія, паливо	
Хлорування	1705,80	948936,77	128,53	27,80
Окислення оксидами металів змінної валентності	271,88	1166098,59	206,64	15,68
Спалювання у камерній печі РФО		792200	138,64	7,40
Біологічне окислення на аерофільтрах				7,92

Таблиця 4.7 – Відносна вартість очищення газів вогневим та каталітичним допалюванням на установці з продуктивністю 10000 м³/год

Втрати	Вогняне спалювання (750 °С)			Каталітичне допалювання (250 °С)		
	без теп- лообміну	з тепло- обміном	з теплооб- міном та викорис- танням очищеного газу	без теп- лообміну	з теп- лооб- міном	з тепло- обміном та викорис- танням очищеного газу
Капітальні	10 ⁵	14,3·10 ³	14,3 · 10 ³	13,8·10 ³	20,2·10 ³	19 ·10 ⁴
Експлуатаційні (з розрахунком на с)	178,9	116,37	116,37	66,62	50,81	5834,5

а) амортизаційні на каталізатор	-	-	-	13,66	13,66	13,66
теплообмінники	-	6,49	6,49	-	7,24	2,37
інше обладнання	7,92	6,85	6,85	7,64	7,64	9,70
б) поточні на паливо	165,1	90,31	90,31	38,22	7,64	17,74
енергію	2,73	8,19	8,19	2,73	8,19	8,19
обслуговування	3,56	4,51	4,51	4,35	6,41	5,98
Економія			63,3			63,3
Разом	178,9	116,37	52,99	66,62	50,81	Прибуток 5,03

Забруднення зовнішнього середовища привело до підвищення вимог, пропонувані до систем знешкодження відходів, що, у свою чергу, викликало додаткові витрати на удосконалення діючих установок знешкодження і сприяло економічним дослідженням у цій сфері. Однак виконані дослідження часто не відтворюють дійсної економічної цінності того чи іншого методу знешкодження, оскільки вони виконуються без обліку вимог санітарних норм. Так, у США у 1968 р. працювало близько 300 печей, у яких спалювалося більш 190 млн. т пестицидів, що складало 8% усіх пестицидів, що піддаються знищенню даним методом. До 1972 р. кількість таких печей знизилася до 173, причому багато з них працювали на 50-60% своєї потужності. Таке скорочення установок викликане тим, що вартість знешкодження в печах у три рази вище вартості знешкодження шляхом поховання. Удавана низька вартість поховання без обліку санітарних норм і майбутніх витрат на відновлення ґрунту і додаткове очищення рідких пестицидів призвело до неправильних висновків [39].

Таким чином, економічна доцільність застосування того чи іншого методу знешкодження відходів і їхнє порівняння повинні визначатися тільки з урахуванням забезпечення виконання санітарно-гігієнічних норм.

4.2 Техніко-економічні показники процесу утилізації пестицидів

Для того, щоб визначити величину витрат, які будуть необхідні для утилізації пестицидів, необхідно обчислити сумарний економічний ефект, який розраховується за формулою:

$$E_{\Sigma} = \Delta Y + KB + YZ + \Pi_{np}, \quad (4.1)$$

де ΔY_{np} – укрупнена величина річного економічного збитку, якому можна запобігти в результаті припинення викиду шкідливих речовин у навколишнє середовище по кожному джерелу забруднення, визначається за формулою:

$$\Delta Y_{np} = j \cdot \sigma \cdot f + \Delta M, \quad (4.2)$$

де j – константа, числове значення якої для водного середовища рівне 400 грн/ум.т; σ – безрозмірний показник відносної небезпеки забруднення для водного середовища (річка Дохна) – 2,33; f – коефіцієнт, який враховує характер розсіювання забруднюючих речовин, для водного середовища $f = 1,0$; ΔM – зниження питомої маси викидів у навколишнє середовище, ум.т.

$$Y_{np} = 400 \cdot 2,33 \cdot 1,0 \cdot (6129,14 - 4642,71) = 12964,47 \text{ грн.}$$

Оскільки дані взяті за 2006 рік [30], то необхідно здійснити перерахунок на 2020 рік з урахуванням індексу інфляції. Для цього застосовується калькулятор. У результаті калькулювання отримано індекс 396,1%. Зазначена укрупнена величина річного економічного збитку становитиме:

$$Y_{\text{пр}} = (12964,47 \cdot 396,1) / 100 = 51352,27 \text{ грн.}$$

Величина зниження питомої маси скиду забруднюючої речовини у навколишнє середовище визначається за формулою:

$$\Delta M = M_1 - M_2, \quad (4.3)$$

де M_1 і M_2 – питомі маси викиду речовини (пестициду) джерелом забруднення до і після запровадження в дію блочно-модульної установки, грн/ум.т.

Величина питомих кількостей скиду забруднюючих речовин визначається за формулами:

$$M_1 = \sum A_i \cdot m_1, \quad (4.4)$$

$$M_2 = \sum A_i \cdot m_2, \quad (4.5)$$

де A – показник відносної агресивності і-ої забруднюючої речовини, грн./ум.т.

Загальна величина річного економічного збитку, що запобігається при рекуперації хлорвмісних, фосфоровмісних та металовмісних пестицидів за допомогою розробленої технології, дорівнює 51352,27 грн.

КВ – капітальні витрати на монтаж, складання і придбання апаратів, ємностей і засобів експлуатації технологічної схеми:

$$КВ = КВ_a + КВ_{\text{ємностей}} + КВ_{\text{насосів}} + КВ_{\text{конденсаторів}} + КВ_{\text{фільтрів}}, \quad (4.6)$$

$$КВ_a = КВ_1 + КВ_2 + КВ_4 + КВ_{10} + КВ_{11} + КВ_{14}, \quad (4.7)$$

де KB_a – капітальні витрати на основне обладнання, $KB_1, KB_2, KB_4, KB_{10}, KB_{11}, KB_{14}$ – капітальні витрати на основний реактор декарбоксилювання, додатковий реактор, апарат розчинення лугу, апарат збирання “сирого” кінцевого продукту, випарні апарати відповідно:

$$KB_a = (9287 \cdot 2) + 6660 + 6470 + 4900 + 973 + 6119 = 41696 \text{ грн.}$$

Для 2020 року капітальні витрати становитимуть:

$$KB_a = (41696 \cdot 396,1) / 100 = 165157,86 \text{ грн.}$$

KB_e – капітальні витрати допоміжного обладнання.

$$KB_e = KB_3 + KB_6 + KB_7 + KB_9, \quad (4.8)$$

де KB_3, KB_6, KB_7, KB_9 – капітальні витрати на ємність для Бі-58 та Раундапу, мірник питної води, мірник для лугу, розділова ємність.

$$KB_e = 273 + 260 + 1060 + 266 = 1848 \text{ грн.}$$

Для 2020 року капітальні витрати допоміжного обладнання становитимуть:

$$(1848 \cdot 396,1) / 100 = 7319,9 \text{ грн.}$$

KB_n – капітальні витрати на відцентрові насоси;

$$KB_n = KB_0 \cdot 3; KB_n = 766 \cdot 3 = 2298 \text{ грн.}$$

Для 2020 року капітальні витрати на відцентрові насоси становитимуть:

$$(2298 \cdot 396,1) / 100 = 9102,37 \text{ грн.}$$

$$KB_k = KB_8 + KB_{12} + KB_6; \quad (4.9)$$

$$KB_k = 389 \cdot 3 = 1167 \text{ грн.}$$

Для 2020 року:

$$KB_k = (1167 \cdot 396,1) / 100 = 4622,48 \text{ грн.}$$

де KB_k – капітальні витрати на конденсатори; $KB_{фил}$ – капітальні витрати на нунч-фільтр, $KB_{фил} = 973$ грн (для 2006 року). Для 2017 року :

$$KB_{фил} = 973 \cdot 396,1) / 100 = 3854,05 \text{ грн.}$$

Відповідно капітальні витрати на монтаж, складання і придбання апаратів, ємностей і засобів експлуатації технологічної схеми складатимуть:

$$KB = 165157,86 + 7319,9 + 9102,37 + 4622,48 + 3854,05 = 190056,66 \text{ грн.}$$

Економічний збиток від підвищення захворюваності населення в результаті забруднення навколишнього середовища отрутохімікатами залежить від числа, тривалості і важкості захворювання, швидкості відновлення працездатності та ін. За даними медико-біологічної оцінки санітарно-гігієнічних умов проживання у Вінницькій області, розраховано умовний економічний збиток, нанесений даними джерелами забруднення.

Локальні сумарні річні витрати на лікування по конкретному виду захворювання можуть бути представлені у вигляді:

$$B_{зн} = B_1 + B_2 + B_3, \quad (4.10)$$

де B_1, B_2, B_3 – відповідно сумарні річні витрати на лікування населення до робочого, робочого і після робочого періодів діяльності.

Як показники впливу забруднення навколишнього середовища на здоров'я населення були досліджені такі, найбільш чутливі до середовища показники, як захворюваність, смертність і фізіологічний розвиток дитячого населення, а також комплекс показників, пов'язаних з репродуктивною функцією жінки (мертвонароджуваність, народжуваність дітей з уродженими аномаліями розвитку і т.д.). Крім того, був проведений аналіз загальної захворюваності, захворюваності діловими формами хвороб, адекватних дії шкідливих факторів подібним отрутохімікатам і показник звертання населення до лікарів.

При цьому встановлено, що санітарно-гігієнічні умови проживання у Вінницькій області з погляду їхнього впливу на здоров'я населення, по їх вищезгаданих показниках несприятливі і у 1,8-2 рази перевищують такий по Україні в цілому.

Прогноз захворюваності населення гірничопромислового регіону показав, що при збереженні існуючих тенденцій варто очікувати подальше збільшення рівня поширення захворювань окремих класів: “хвороба кістково-м'язової системи”, “хвороба органів дихання”, “хвороба ендокринної системи”, “вроджені аномалії розвитку”.

При вивченні стану здоров'я сільського населення області встановлено, про особливо збільшується ризик формування патологій у дітей, що проживають в умовах спільної дії негативних факторів навколишнього середовища радіаційної і нерадіаційної природи (пестициди, органічні і неорганічні добрива, солі важких металів). Збільшується ризик формування патологій травлення в 3 рази, хвороб системи органів кровообігу в 3-6 рази, хвороб ендокринної системи – 2,1-3,4 рази, хронічних патологій у цілому 2-3 рази.

Орієнтований збиток від підвищеного забруднення атмосфери, ґрунтів і підземних вод в області по статті “Охорона здоров'я” складає 1170 грн. у рік

(1989 рік). Слід зазначити, що даний збиток не може відобразити розмір справжніх втрат, тому що він враховує лише втрати, що мають вартісне вираження і пов'язані з подоланням наслідків впливу забруднення навколишнього середовища на здоров'я дитячого і дорослого населення області. Разом з тим, і у випадку втрати здоров'я ймовірність потенційних втрат значна:

$$УЗ = 1170 \cdot 36 = 40960 \text{ грн,}$$

де 36 – коефіцієнт перерахунку для 2006 року.

Для 2020 року Орієнтований збиток від підвищеного забруднення атмосфери, ґрунтів і підземних вод в області по статті “Охорона здоров'я” становитиме:

$$УЗ = (40960 \cdot 396,1) / 100 = 162242,56 \text{ грн.}$$

Пестициди, незастосовувані більше у сільському господарстві являються канцерогенними для екосистеми: забруднення відбувається в ґрунті, атмосфері, підземних ґрунтах і воді, однак найбільші обсяги пестицидів надходять у ґрунт, тому основні санкції накладаються на ліміти за складування отрутохімікатів. Випаровування і попадання в підземні ґрунти нами враховувалися у вигляді відверненого збитку.

Величина платежів за розміщення відходів у навколишньому природному середовищі включає дві складові: плати в обсязі встановлених лімітів розміщення відходів і плату за перевищення лімітів розміщення відходів у природному середовищі. Ця величина виражається формулою:

$$П_{рв} = \sum_{i=1}^n (Н_{пi} \cdot М_{лi} \cdot К_{т} \cdot К_{0}), \quad (4.11)$$

де $Н_{пi}$ – ставки податку в поточному році за тону і-того виду відходів у гривнях з копійками (III клас помірно небезпечні, $Н_{пi} = 12,84$);

$М_{лi}$ – обсяг відходів і-того виду в тоннах (т);

K_t – коригуючий коефіцієнт, який враховує розташування місця розміщення відходів і який наведено у пункті 246.5 статті 246 Податкового кодексу України [40] (у межах населеного пункту або на відстані менш як 3 км від таких меж – 3; на відстані від 3 км і більше від меж населеного пункту – 1). Для розрахунку коригуючий коефіцієнт K_t дорівнює 1.

K_o – коригуючий коефіцієнт, що дорівнює 3 і застосовується у разі розміщення відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів.

$$P_{рв} = 12,84 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3 = 38,52 \text{ грн.}$$

Сумарний економічний ефект від переробки 1 т пестициду Раундапу складає:

$$E_{\Sigma 1} = 51352,27 - 190056,66 + 38,52 + 162242,56 = 23576,69 \text{ грн.}$$

Розрахунок сумарного економічного ефекту по пестициду Бі-58 визначали за аналогічною методикою. Оскільки дані види пестицидів належать до одного класу небезпечності відходів, то для пестициду Бі-58 сумарний економічний ефект теж склав 23576,69 грн.

У результаті переробки пестицидів загальний ефект складе біля 50-60 тис. грн. При цьому звільняються близько 600 га земель, раніше зайнятих складами з пестицидами і їхніми санітарно-захисними зонами [39].

Таким чином, узагальнюючи вищевикладені дані, можна зробити такі висновки:

1. Підставою для раціонального розміщення блочно-модульної установки, з погляду екологічної безпеки, є:

1) ризик забруднення навколишнього середовища пестицидами пов'язаний із транспортними аваріями при переміщенні небезпечних відходів до місця переробки;

2) економічні аспекти (транспортування небезпечних відходів).

2. Вперше з позицій єдиної природно-техногенної системи “регіон-хранилище пестицидів – блочно-модульна установка по їхній переробці” обґрунтована методика визначення раціональної організації переробки пестицидів, що враховує складні взаємозв’язки між вартісними параметрами технології переробки, транспортування пестицидів до місця утилізації, ймовірності забруднення навколишнього середовища пестицидами в результаті транспортних аварій і величиною можливого збитку при цьому.

3. Визначено, що комплексна переробка пестицидів повинна вироблятися на мобільних установках блочно-модульного типу (БМУ), а параметри такої переробки враховувати ймовірність забруднення навколишнього середовища пестицидами в результаті транспортних аварій при значенні цього показника в діапазоні $P = 10^{-7} - 10^{-4}$ аварій на 1 км переміщення пестицидів до місця переробки. При величині P менше 10^{-7} параметри переробки пестицидів на БМУ не залежать від ймовірнісних характеристик транспортних аварій з негативними наслідками для навколишнього середовища і можуть визначатися без їхнього врахування. При значенні P більш 10^{-4} переробка пестицидів повинна бути організована виключенням транспортної складової процесу, а БМУ повинна розміщатися в кожному складі (сховищі) з пестицидами, що вимагає переробки.

4. Встановлено, що для Подільського регіону, загальний економічний ефект і відвернений збиток від забруднення пестицидами навколишнього середовища в результаті їх переробки, може становити 50-60 тис. грн. При цьому звільнюється близько 600 га земель, раніше зайнятих під склади і санітарно-захисні зони.

5 ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВІДХОДІВ НА ДОВКІЛЛЯ

5.1 Вплив використання пестицидів та органічних розчинників на навколишнє природне середовище

Як відомо, у сільському господарстві борються з різними рослинами, комахами, грибами та іншими шкідниками сільськогосподарських культур. Для цього використовують відповідну групу пестицидів. Пестициди являють собою хімічні сполуки, завдяки яким відбувається вплив на небажану рослинність чи інших організмів. Але вони не завдають шкоду тим культурам, які є корисними. Однак, використання таких хімічних засобів може тимчасово надати необхідний ефект, тому що з часом у шкідників виробляються механізми, які є стійкими до постійно застосовуваних речовин.

Тому виникає потреба у розробці та використанні нових, більш сильніших засобів та речовин. Але вони одночасно негативно впливають на різні сфери навколишнього середовища, таких вода, ґрунт, повітря, якість продукції, корисна флора і фауна. Це руйнує стабільність екосистем, їхню біологічну рівновагу та відтворення.

Дослідниками встановлено, що близько 30 видів шкідливих рослин у посіві кукурудзи, які раніше були чутливими до гербіцидів, на даний час пристосувалися до них. Після обробітку, зокрема посиленого, кукурудзи бур'яни виживають і спричиняють досить значну шкоду врожаю. Підраховано взагалі нечутливих організмів до пестицидів, таких як 7 видів гризунів, понад 400 видів комах і щури.

У навколишньому природному середовищі поширення пестицидів відбувається як біологічним, так і фізичним шляхом. Біологічний полягає у перенесенні живими організмами їх по ланцюгу харчування. Другий – розповсюдження в атмосфері за допомогою вітру та через водотоки. Коли організми просуваються по вищим ланкам харчування, то концентрація

шкідливих речовин збільшується, нагромаджується у внутрішніх органах, найчастіше у нирках та печінці.

На даний час хімізація розвивається досить інтенсивно в сільському господарстві. Про це можна судити з двох сторін, з однієї це економічно вигідно, але з іншої – це екологічно негативно і небезпечно для організмів та самого навколишнього середовища, а також і для людини.

Інтенсифікація, яка призводить до погіршення екологічного стану навколишнього середовища в основному пов'язана з нераціональним веденням виробництва продукції сільського господарства. Кожного року на сільськогосподарське угіддя потрапляє внаслідок внесення мінеральних добрив 193 тис. т фтору, 1,6 тис. т цинку, 620 тис. т міді та 622 т калію. З початку минулого століття, у порівнянні з минулим, вміст пестицидних препаратів у харчових продуктах тваринного та рослинного походження зросла у більш ніж 9 разів.

Проникаючи в організм людини, шкідливі токсичні речовини, які містяться хімічних меліорантах, отрутохімікатах і мінеральних добривах, викликають їх захворювання.

Важливим є застосування системних фунгіцидів, що набуває навіть основного значення. Наразі рекомендують виробляти 300 препаратів. Це пояснюється тим, що вони стійкі проти вимивання з рослин. Однак, якщо неправильно їх застосувати, то це може призвести до надання значної шкоди посівним здоров'ю людей, посівним площам, навколишньому середовищу, свійським тваринам і птиці. Навіть можна зустріти в інструкціях, щодо внесення певних норм препарату, широкі межі значень, наприклад, до 2 кг на 1 га.

Якщо використовувати великі дози добрив та пестицидів, то це може вплинути на якість продукції, погіршити стан ґрунтових вод, і це зумовить забруднення близьких річок і водойм. Коли використовують мінеральні добрива, то в деякій мірі вони підвищують врожайність культур, проте чим більшу дозу додають, тим менше це дає позитивний результат. Це зумовлено

поступовим зменшенням родючості ґрунту, а саме гумусу. Щоб підтримувати необхідний результат на постійному рівні, то потрібно використовувати удосконалені технології внесення добрив. Неусвідомлене внесення добрив зумовлює погіршення екологічного стану навколишнього середовища, а це в свою чергу негативно впливає на здоров'я людини.

У разі неправильного або надмірного застосування пестицидів відбувається трансформація певної їх частини, тобто вони перетворюються, відбувається вторинна токсикація. Це зумовлює виникнення нових токсичних речовин. Оскільки методи дослідження недосконалі, то неможливим є дати правильну оцінку всіх наслідків, до яких призведе вплив пестицидів.

Якщо ретельно вивчати пестициди, то вони, без винятку, усі мали мутагенний або інший вплив, які негативно діяли на навколишнє середовище і людину. Зокрема, одноразові контакти людини з такими пестицидами, як діелдрін, паратіон, призводять до зміни біотоків головного мозку (енцефалограми).

Сучасні органічні фосфатні пестициди мають негативний вплив, оскільки досить швидко розкладаються. Це загрожує розвитку депресивних станів, роздратуванню, розладу пам'яті та іншими нейропсихологічним порушенням. Відомо, що різні види пестицидів є канцерогенні, зокрема 30% інсектицидів, близько 90% фунгіцидів, 60% гербіцидів.

Існує навіть таке явище, що коли під час використання 60 – 95% гербіцидів (засобу проти бур'янів), близько 98% інсектицидів (засобу проти комах) та фунгіцидів (засобу проти грибкових захворювань) відбувається не той ефект, який прагнули отримати, тобто пригнічення небажаних об'єктів, а потрапляння їх у воду і повітря. Окрім того, застосування мають ще й так звані зооциди (засоби проти гризунів). Вони зумовлюють у ґрунті виникнення мертвого середовища.

У процесі безпосереднього використання пестицидів виникають, через смертність комах-запилувачів, неповноцінна біологічна активність ґрунтів і перешкоджання відновлення вмісту гумусу, втрата харчових цінностей та

смакової якості сільськогосподарських продукцій, збільшення втрат і скорочення термінів збереження продукції, зниження урожайності різних культур.

Внаслідок своїх властивостей, пестицидні препарати по своїй суті зумовлюють загибель природних організмів, за допомогою яких забезпечується нормальне зумовлюють протікання природних процесів та розмноження у екосистемах. Ці всі чинники призводять до збитків у сільськогосподарському виробництві, оскільки відбувається пониження врожайності через винищування комах-запилювачів, і це призводить до недостатнього опилення рослин.

Тому, враховуючи вищесказане, можна зробити висновок, що використання пестицидів тягне за собою очевидні негативні наслідки, зокрема, не лише для здоров'я людини але й для водночас у об'єктів, які ними пригнічуються. І це у свою чергу призводить до збільшення даної тенденції. Також у деяких шкідливих організмів спостерігається певна пристосованість до пестицидних препаратів [41].

Різні галузі промисловості використовують органічні розчинники. Сюди можна віднести сільське господарство, лакофарбову, текстильну галузь, виробництво пластмас, вибухових речовин, медицині тощо.

Лакофарбова промисловість застосовує їх, щоб довести до необхідної робочої в'язкості різні оздоблювальні матеріали, такі як ґрунтівки, шпаклівки і лаки. Окрім того, вони застосовуються для відмивання рук працюючого персоналу, апаратури та інструментів.

Рідини, які легко займаються, належать до такого виду органічних розчинників, з якими необхідно неухильно дотримуватись певних правил під час зберігання, використання і транспортування. Під час процесу випаровування суміш розчинника з певним вмістом повітря з певною концентрацією може утворювати вибухонебезпечну суміш. Тому є необхідним здійснювати контроль за дотриманням правил протипожежної безпеки у тих складах, де зберігаються та проводяться роботи з органічними розчинниками. Сюди можна віднести уникнення контакту із відкритим вогнем, ізоляція усіх

електричних приладів, щоб звести до мінімуму утворення іскри. Для того, щоб відкрити металеві ємності, які зберігають органічні розчинники, потрібно застосовувати ті інструменти, які спеціально призначені для закриття вмісту пробками, які виготовлені зі спеціального матеріалу.

Здатність органічних розчинників викликати токсичну дію ґрунтується на тому, що вони розчиняються у жировому шарі, а ще досить леткі. Вони легко сорбуються і потрапляють крізь пори шкіри та дихальні шляхи і зумовлюють наркотичну шкоду, подразнюють слизову оболонку органів дихання, вражають шкіру, травної системи, запальних процесів.

Під час формування покриття з плівок, після того, як було здійснено нанесення на поверхню лакофарбової сировини, спостерігають випаровування розчинника. Визначення якості покриття залежить від швидкості і повноти протікання даного процесу. Підраховано, що сумарні викиди всіх органічних розчинників в атмосферне повітря за рік досягає показника десять мільйонів тонн.

На даний час у навколишнє природне середовище потрапляє велика чисельність штучних сполук. Це зумовлено загалом потребами побуту, такими як догляд за підлогою та меблевими виробами, прання одягу, миття посуду, використання клею, приготування їжі, догляд за особистою гігієною [42].

5.2 Методи оцінки токсичної дії небезпечних відходів на водні об'єкти

Основний шлях запобігання забруднення водойм небезпечними відходами – це попереднє визначення ступеня токсичності для гідробіонтів кожного з перспективних пестицидів та органічних розчинників і заборона використання у межах водоохоронної зони тих, які характеризуються високою токсичністю для водних організмів, в тому числі, і для фітопланктону.

У зв'язку з цим потрібна розробка швидких, дешевих і ефективних методів попереднього визначення токсичності небезпечних відходів.

Відомий метод визначення токсичності хімічних речовин, що включає культивування штаму *Saccharomyces cerevisial* 15-П4 на рідкому поживному середовищі, вплив на нього досліджуваного речовини з подальшою оцінкою отриманих результатів.

Для кількісного визначення впливу на водні об'єкти, в якості біоіндикатору використовують дафній (*Daphnia magna*). Досліджують облік тривалості їх виживання при 34-36°C і в подальшому визначають кількість небезпечних відходів (концентрацію) за градувальним графіком [43].

Ще один метод визначення токсичності водних середовищ такий, що включає дослідження адаптації в них гідробіонтів – червононогих молюсків, який полягає у попередньому калібруванні ступеня чутливості і стійкості гідробіонтів до еталонного токсиканту, здійснюється проведення тестових впливів на дослідній серії гідробіонтів з визначеними концентраціями досліджуваних середовищ, забезпечуючи сталість зовнішніх умов і ступінчасте наростання концентрацій при впливі на кожну з наступних серій гідробіонтів. Потім здійснюють обчислення за нею рухової активності для кожної концентрації і оцінку ступеня токсичності водних середовищ.

Існуюча в даний час класифікація по встановленню класу небезпечності пестициду та органічного розчинника для водних екосистем базується на даних токсичності за величиною ГДК, стабільності даної речовини у водоймі і її кумулятивними властивостями.

Для більш точної оцінки токсичної дії небезпечних відходів на водні об'єкти, в якому тест-об'єкти витримують в досліджуваних розчинах, реєструють показники виживання тест-об'єктів, на основі яких розраховують порогові концентрації токсичності досліджуваних пестицидів та розчинників, і оцінюють ступінь їх токсичності. Потім додатково реєструють морфологічні зміни у тест-об'єктів, підраховують середній відсоток каліцтв, і в якості порогової концентрації тератогенного впливу встановлюють концентрацію забруднюючої речовини, що надає мінімальну тератогенну дію на тест-об'єкти,

а про ступінь її токсичності судять на підставі коефіцієнта порогових концентрацій, який розраховують за формулою

$$K_{\text{п}}^{\text{емб}} = \frac{ЛК_{16}}{E_{\text{тер}} \cdot K_{16}}, \quad (5.1)$$

де $K_{\text{п}}^{\text{емб}}$ – коефіцієнт порогових концентрацій токсичності забруднюючої речовини, що враховує їх тератогенність.

$ЛК_{16}$ – порогова концентрація токсичності забруднюючої речовини, що викликає загибель 16% ембріонів.

$E_{\text{тер}} \cdot K_{16}$ – порогова концентрація тератогенної дії забруднюючої речовини.

При різних значеннях коефіцієнта $K_{\text{п}}^{\text{емб}}$ роблять такі висновки:

- $K_{\text{п}}^{\text{емб}} > 10$ – встановлюють клас небезпеки небезпечних відходів I, тобто надзвичайно небезпечні;
- $K_{\text{п}}^{\text{емб}} = 5-10$ – встановлюють клас небезпеки небезпечних відходів II, тобто високо небезпечні;
- $K_{\text{п}}^{\text{емб}} = 1-5$ – встановлюють клас небезпеки небезпечних відходів III, тобто небезпечні;
- $K_{\text{п}}^{\text{емб}} < 1$ – клас небезпеки небезпечних відходів IV, тобто помірно небезпечні [42].

5.3 Природоохоронні заходи щодо зменшення впливу забруднення небезпечними відходами водних об'єктів

Пестициди та органічні розчинники в сукупності складають небезпечні відходи, з якими потрібно боротися. Адже крім користі та необхідної мети, з якою їх і використовують та призначають, вони спричиняють досить шкідливий та негативний вплив на всі складові частини біосфери. Масштаби даних впливів можна порівняти навіть із глобальною екологічною кризою. Головною

небезпекою є їх входження в кругообіг, навіть у біологічний. Наслідком є надходження цих речовин до організму людей та тварин.

Наразі важливим є оцінити екологічний стан водних об'єктів та виявити масштаби зазначених забруднень вод концентраціями небезпечних відходів, які до них потрапляють. Коли спостерігається до поверхні ґрунту, то досить реальним є вимивання до більш глибоких горизонтів та ґрунтових вод. Також ці відходи можуть потрапляти у водні екосистеми разом із поверхневими стоками. Далі вони інший раз з'являються на ґрунтовій поверхні, коли відбувається капілярне підняття ґрунтової води при оберненні пласту, потім спостерігається переходження до атмосферного повітря. Сюди відносять такі шляхи: через випаровування або разом із пиловим шаром від час вітрової ерозії ґрунтів, також завдяки рослин здійснюється міграція в живі організми, зокрема до тварин і людини.

Виявлено, що дані речовини дуже негативно впливають, а саме здійснюють пригнічення дихальної функції ґрунтів і процесу нітрифікації. Пестицидні препарати володіють кумулятивними властивостями і здатні до зберігання в ґрунтах досить тривалий час, а саме близько 12 років після їх безпосереднього внесення. В ґрунтому шарі небезпечні відходи захоплюються ґрунтом та гумусом, акумулюються ґрунтовими організмами, завдають порушення хімічними чи біологічними шляхами і переносяться з інфільтраційними водами до рівня ґрунтових вод.

Отже, щоб запобігти спричиненому забрудненню поверхневим водам небезпечними відходами, необхідно встановити зони санітарної охорони. У даних зонах, а також у таких, які є прибережними водоохоронними та затоплюваними територіями, не допускається:

- зберігати і здійснювати перепоховання пестицидів та органічних розчинників і забрудненої ними тари;
- споруджувати приміщення для миття та очищувати тару, спецодягу, машин і обладнання, забруднених небезпечними відходами;

- зливати й очищувати стічні води, які містять забруднюючі речовини – пестициди та розчинники;
- зберігання і ремонтування обладнання для використання небезпечних відходів;
- облаштування й експлуатація злітно-посадкових смуг і майданчиків для заправлення обладнання пестицидами.

Переміщувати та здійснювати транспортацію пестицидів з місця їх зберігання до використання можна лише при прямому їх уживанні, зокрема необхідно використати спеціальний транспорт з відповідним обладнанням. По закінченню оброблення решток пестицидних препаратів, важливим є вивезення для утилізації та подальшого зберігання.

Недопустимо застосовувати пестициди, які перешкоджають чи обмежують використання води в усіх напрямках, а також негативно впливають на навколишнє середовище та їхню флору і фауну. Сільськогосподарське зрошування у шари поверхневих вод не повинне надходити до зворотніх вод, якщо концентрація пестицидів значно більша норми. Якщо певні види пестицидних препаратів шкідливі для гідробіонтів, то недопустимо їх використовувати у прибережній водоохоронній зоні.

Заборонено вносити пестициди у першу смугу зон, які перебувають під санітарною охороною джерел централізованого господарсько-питного водопостачання. Розпилення пестицидів за допомогою авіатранспорту недопустиме у внутрішніх і проміжних смугах зон, які підлягають санітарній охороні джерел централізованого господарсько-питного водопостачання й повинні обмежуватись на затоплюваних територіях та у прибережних водоохоронних зонах.

Не є припустимим скидання у водні об'єкти небезпечних відходів, їх решток і відходів, пакувальних матеріалів і стічних вод, які ними забруднюються, промивати вражені даними речовинами тару, спеціальний одяг, обладнання та машини у поверхневих водах, здійснювати набір води

обладнанням, яке раніше мало контакт з пестицидами. Санітарні та захисні зони визначають згідно з водоохоронною зоною.

Якщо ж застосовують наземне обприскування посівів небезпечними відходами, то встановлюють таку ширину санітарно-захисних зон: 600 м для меж оброблюваних ділянок до водних джерел, обробка авіатранспортом – 1000 м, а до водойм рибного господарства – 2000 м. Для ділянок, які вносять гранульовані препарати ширина санітарно-захисних зон 300 м.

За необхідності органи санітарно-епідеміологічної служби можуть збільшувати санітарно-захисну зону у 2 – 3 рази. Ширина прибережної водоохоронної смуги малих річок – від 20 до 100 м. У ній застосовувати пестициди заборонено [41].

Для того, щоб зменшити шкідливий вплив на водні об'єкти органічних розчинників, необхідно:

- переходити на використання водоемульсійних, тиксотропних і порошкових лакофарбових матеріалів, застосовувати безповітряні способи нанесення, розпилення фарб в електростатичному полі;
- вводити законодавчі обмеження і будівництво нових заводів;
- виробляти нові пральні порошки третього покоління, які б могли перевершити за споживчими властивостями, гігієнічним і екологічним показникам сучасні;
- попередньо очищувати стічні води перед скидом у водойми.

Найбільшого поширення набули біотехнологічні процеси в очищенні побутових і промислових стічних вод, у підготовці питної води і у відновленні якості відкритих басейнів (озер, річок, бухт). Зокрема, в Україні започаткували введення спеціальних мікроорганізмів за допомогою селекції, а саме – деструкторів. Вони розкладають органічні речовини, які здійснюють забруднення води. Таке відкриття необхідне для практичного очищення промислових стоків від небезпечних відходів [44].

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі було здійснено аналіз забруднень водного середовища, розглянуто класифікацію токсикантів. Виконуючи своє призначення в природі, водне середовище одночасно є безпосереднім функціональним елементом господарських механізмів інфраструктури міської житлово-комунальної служби, сільського, лісового й рибного господарств, транспорту, промисловості тощо. Інтенсифікація водогосподарчої діяльності й антропогенного впливу на водний басейн скрізь порушила природні умови формування водного середовища – підземних водних горизонтів і поверхневих водних басейнів.

Здійснено детальний огляд впливу забрудників на живі компоненти водного середовища та на здоров'я людей. Дані про отруєння та забруднення водоносних горизонтів, поверхневих стоків, басейнів рік і акваторій морів переконливо свідчать про гостроту проблеми. Якість води впливає на стан різних реципієнтів (тваринний світ, рослинність, ґрунти, сільське, лісове і рибне господарства, транспорт, промислове виробництво, житлово-комунальна служба тощо) та перш за все на стан здоров'я населення.

Наведено методи аналізу забруднень та типового обладнання. Сучасний підхід до розв'язання водогосподарчих завдань відрізняється обов'язковим урахуванням екологічних вимог. Принциповість подібної концепції вимагає глибоких знань характеру і ступеня взаємодії природних і господарських факторів.

Також було сформовано ряд рекомендацій по зменшенню дії забрудників на водне середовище. Оптимальною за структурою, змістом та завданнями системою таких досліджень є моніторинг стану поверхневих і підземних вод, річкових систем, інших водних об'єктів та визначення тенденцій зміни стану водних ресурсів і водних об'єктів під впливом природних та антропогенних чинників, прогнозування їх поведінки в майбутньому й обґрунтування комплексу оптимізаційних заходів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Степова О.В. Навчальний посібник «Моніторинг поверхневих вод» для студентів спеціальності 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» освітній ступінь «бакалавр» усіх форм навчання / О. В. Степанова, Рома В.В. – Полтава: ПолтНТУ, 2017. – 82 с.
2. Запольський А.К. Основи екології: підручник / А.К.Запольський, А.І.Салюк / за ред. К.М.Ситника. – К.:Вища школа, 2003. – 358 с.
3. Сухарев С. М. Техноекологія та охорона навколишнього середовища. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. 2-ге видання./ С. М. Сухарев, С. Ю. Чундак, О. Ю. Сухарева. – Львів: “Новий світ-2000”, 2005. – 256 с.
4. Федорчук І. В. Основи екології: навчально-методичний посібник для студентів небіологічних спеціальностей / І.В. Федорчук, В.В. Шаравара, А.В. Ліщук. – Кам’янець-Подільський: ПП Мошинський В.С., 2010 – 619 с.
5. Олексів І.Т. Гідроекологічна токсикометрія та біоіндикація забруднень. Теорія, методи, практика використання. / І. Т Олексів, Л. П. Брагінський – Львів: Світ, 1995. –438 с.
6. Чукина Н.В. Структурно-функциональные показатели высших водных растений в связи с их устойчивостью к загрязнению среды обитания / Н.В. Чукина – Автореф.диссерт. канд.биол.наук. – Борок, 2010. – 24 с.
7. Строганов Н.С. Загрязнение вод и задачи водной токсикологии / Н.С.Строганов // Вопросы водной токсикологии. – М.: Наука, 1970. – С.11–24.
8. Коштянц Х.С. Основы сравнительной физиологии. Т.1 / Х.С.Коштянц – М.-Л., 1951. – 524 с
9. Виноградов В.П. Введение в геохимию океана / В.П.Виноградов. – М.: Наука, 1967. – 212 с.
10. Федоренко О.І. Основи екології: Підручник. / О. І. Федоренко, О. І. Бондар, А. В. Кудін –К.: Знання, 2006.–543 с.

11. Малимон С.С. Основи екології. Підручник. / С. С. Малимон – Вінниця: Нова Книга, 2009. – 240 с.: іл.
12. Goncharuk V.V. Comparative analysis of drinking water quality of different origin based on the results of integrated bioassay. Goncharuk V.V., Kovalenko V.F., Zlatskii I.A. // Journal of Water Chemistry and Technology. – 2012. V. 34, № 1. – P. 61–64.
13. Бойчук Ю. Д. Екологія і охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник. / Ю. Д. Бойчук, Е. М. Солошенко, О. В. Бугай– Суми: ВТД «Університетська книга». 2002.–264с.
14. Запольський А.К. Основи екології: підручник / А.К.Запольський, А.І.Салюк / за ред. К.М.Ситника. – К.: Вища школа, 2003. – 358 с.
15. Tanner S. Reaction cells and collision cells for ICP-MS: a tutorial review S. Tanner, V. Baranov, D. Bandura Spectrochimica Acta B 57, 2002, P. 1361 –1452
16. Сущеня Л.М. Актуальные проблемы экологии водных животных / Л.М.Сущеня, А.Ф.Алимов, А.В.Монаков // Теоретические проблемы водной токсикологии. – М., 1982. – Т.18, №6. – С.63–72
17. Черевко Г.В. Економіка природокористування: Навч. посіб. Для студентів економічних спеціальностей сільськогосподарських вузів. / Г. В. Черевко, М. І. Яцків– Львів: Світ, 1995 – 208 с.
18. Савицький В. М. Відходи виробництва і споживання та їх вплив на ґрунти і природні води: Навч. Посібник. / В. М. Савицький, В. К. Хільчевський та ін. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2007. – 152 с.
19. Глуховский И.В., Современные методы обезвреживания, утилизации и захоронения токсических отходов промышленности: Учебное пособие. / И. В. Глуховский, В. В. Глуховский и др. – К.: ГИПК Минэкобезопасности Украины, 1996. – 100 с.
20. Погребенник В. Д. Методи та засоби експрес-аналізу забруднення водного середовища / В.Д. Погребенник, А.В. Романюк // Національний

університет “Львівська політехніка”. – Львів : Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2009. – С. 52

21. Кизима Р.А. Екологія: навчальний посібник. / Р. А. Кизима – Харків: «Бурун Книга», 2010. – 304 с.

22. Бойчук. Ю.Д., Шульга М.В., Цалін Д.С., Дем'яненко В.І.; За заг. Ред.. Ю.Д, Бойчука і М.В. Шульги. –2-ге вид., випр.. і доп.–Суми:ВТД «Університетська книга»; К.:Видавничий дім «Княгиня Ольга», 2005.–386 с.

23. Ваганов, І. І. Інженерна геологія та охорона навколишнього середовища: навчальний посібник / І. І. Ваганов, І. В. Маєвська, М. М. Попович. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 267 с.

24. Мальцев В.І. Визначення якості води методами біоіндикації: науково-методичний посібник. / В. І. Мальцев, Г. О. Карпова, Л. М. Зуб – К.: Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАНУ, Недержавна наукова установа Інститут екологіх (ІНЕКО) Національного екологічного центру України, 2011. – 112 с.

25. Мацнев А.І. Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля: навч. посібник. / А. І. Мацнев – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2000. – 504 с.: іл.

26. Ісаєнко В. М. Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: навчальний посібник / В.М. Ісаєнко, Г.В. Лисиченко, Т.В. Дудар [та ін.]. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. – 312 с.

27. Маслова О.В. Біоіндикація водного середовища за допомогою вищої водної рослинності //Вісник Запорізького національного університету. – № 1, 2011.– С. 111–117. 10.

28. Kovalenko V.F., Zlatskii I.A., Goncharuk V.V. // J. of Water Chem. and Technol. – 2016 – Vol. 38, N 1. – P. 56–61.

29. Дроздовская О. А. Поиск микроорганизмов – индикаторов и деструкторов фенолов в прибрежных водах дальневосточных морей: дис. канд. биол. наук: 03.00.16 / О. А. Дроздовская – Владивосток, 2000. – 156 с.

30. Саноцкого И. В. Методы определения токсичности и опасности химических веществ / под ред. И. В. Саноцкого. – М., Медицина, 1970. – 343 с.
31. Гандзюра В.П. Продуктивність біосистем за токсичного забруднення середовища важкими металами / В. П. Гандзюра // Київ: ВГЛ “Обрії”, 2002. – 248 с.
32. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод. М., “Химия”, 1973.
33. Goncharuk V.V. Formation of a test systems and selection of test criteria in natural waters bioassay / Goncharuk V.V., Syroeshkin A.V., Kovalenko V.F., Zlatskiy I.A // J. of Water Chem. and Technol. – 2016. – Vol.
34. Запольський А. К. «Основи екології» / А. К. Запольський, А. І. Салюк. К: Вища шк, 2001– 358 с.
35. Гриценко А. В. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, Г.А. Верніченко та ін. – Х.: УкрНДЦЕП. – 2012. – 37 с.

Додаток А Технічне завдання

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувача кафедри ЕЕБ,
к.т.н., доцент
_____ В.А. Іщенко
(підпис)
«___» _____ 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу

**ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА
МЕТОДОМ БІОІНДИКАЦІЇ**

спеціальність
101 – «Екологія»
08-48. МКР.105.01.000 ТЗ

Керівник магістерської кваліфікаційної
роботи: к.т.н., доцент
_____ І.А. Грач
(підпис)
«___» _____ 2020 р.
Розробила: студентка гр. ЕКО-19м
_____ В.В. Варакса
(підпис)
«___» _____ 2020 р.

1. Підстава для проведення робіт.

Підставою для виконання роботи є наказ № _____ по ВНТУ від « ____ » _____ 201 р., та індивідуальне завдання на МКР, затверджене протоколом № _____ засідання кафедри ЕЕБ від « ____ » _____ 201 р.

2. Мета і призначення роботи

Метою даної роботи є екологічна оцінка забруднення водного середовища методом біоіндикації.

3. Вихідні дані для проведення робіт

Морфометричні параметри досліджуваних зразків (Додаток Б)

4. Методи дослідження

Літературний пошук та методи аналізу, створення експериментальної ситуації.

5. Етапи роботи і терміни їх виконання

№ з/п	Найменування етапів МКР	Термін Виконання
9.	Розробка технічного завдання	
10.	Аналіз забруднення водного середовища	
11.	Методи дослідження забруднень водного середовища	
12.	Екологічний аналіз токсичної дії пестицидів методом біоіндикації	.
13.	Економічний розрахунок процесу утилізації пестицидів	
14.	Природоохоронні заходи щодо зменшення впливу небезпечних відходів на довкілля	
15.	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини	.
16.	Підготовка презентації та доповіді на захист МКР	

6. Призначення і галузь використання

Розробка може бути використана для оцінки впливу забрудників на водне середовище та живі організми.

7. Вимоги до розробленої документації

Пояснювальна записка та графічна частина

8. Порядок приймання роботи

Публічний захист роботи « ____ » _____ 2020 р.

Початок розробки « ____ » _____ 2020 р.

Граничні терміни виконання МКР « ____ » _____ 2020 р.

Розробила студентка групи ЕКО-19м _____ В.В.Варакса

Додаток Б

Вихідні дані

Таблиця Б. 1 –Динаміка проростання (контрольний зразок)

№ п\п	Кількість насінин		Довжина коріння, мм	Середня довжина коріння, мм	Середня довжина, мм
	проросло	не проросло			
Зразок 1	9	1	41	41,9	
			38		
			76		
			54		
			20		
			75		
			80		
			55		
			50		
			-		
Зразок 2	8	2	66	46,3	54,6
			37		
			40		
			45		
			14		
			105		
			82		
			101		
			-		
			-		
Зразок 3	10	0	41	68,7	
			82		
			57		
			20		
			101		
			86		
			49		
			100		
			51		
			90		

Таблиця Б. 2 –Динаміка проростання (з додаванням Ридомілу)

№ п\п	Кількістьнасінин		Довжина коріння, мм	Середня довжинакоріння, мм	Середня довжина,мм
	проросло	не проросло			
Зразок 1	9	1	2	6,2	
			6		
			9		
			10		
			8		
			6		
			6		
			7		
			8		
			-		
Зразок 2	6	4	9	4,1	4,9
			6		
			6		
			9		
			3		
			8		
			-		
			-		
			-		
			-		
Зразок 3	6	4	6	4,5	
			7		
			8		
			10		
			8		
			6		
			-		
			-		
			-		
			-		

Таблиця Б. 4–Динаміка проростання (з додаванням Децису)

№ п\п	Кількість насінин		Довжина коріння, мм	Середня довжина коріння, мм	Середня довжина, мм
	проросле	не проросле			
Зразок 1	9	1	65	20,9	
			40		
			20		
			25		
			10		
			9		
			16		
			19		
			5		
			-		
Зразок 2	8	2	60	31,7	23,2
			44		
			61		
			90		
			66		
			11		
			51		
			4		
			-		
			-		
Зразок 3	7	3	3	10	
			21		
			22		
			26		
			7		
			3		
			18		
			-		
			-		

Світові запаси прісної води



					08-48.МКР.105.00.001 ГЧ				
					Світові запаси прісної води	Літ.		Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Варакса В. В.							
Перевірив		Трач І. А.							
Т.контр.						Аркуш 1		Аркушів 5	
Рецензент		Сидорук Т. І.				ВНТУ, ЕКО-19м			
Н. контр.		Васильківський І. В.							
Затвердив		Іщенко В. А.							

Класифікація забруднень навколишнього середовища
(за Г.В.Стадницьким і А.І.Радіоновим)



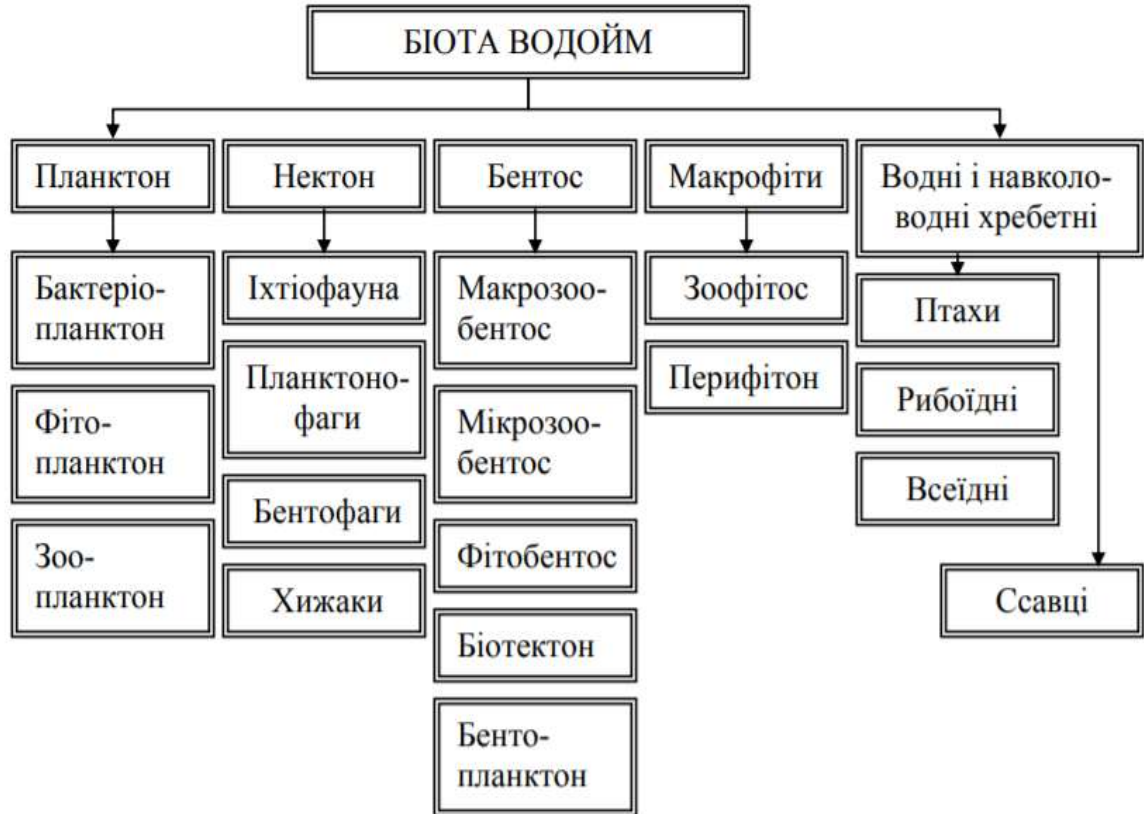
					08-48.МКР.105.00.002 ГЧ				
					Класифікація забруднень навколишнього середовища (за Г.В.Стадницьким і А.І.Радіоновим)	Літ.		Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив	Варакса В. В.								
Перевірив	Трач І. А.								
Т.контр.						Аркуш 2		Аркушів 5	
Рецензент	Сидорук Т. І.					ВНТУ, ЕКО-19м			
Н. контр.	Васильківський І. В.								
Затвердив	Іщенко В. А.								

Схема забруднення води сільським господарством



					08-48.МКР.105.00.003 ГЧ				
					Схема забруднення води сільським господарством	Літ.		Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив	Варакса В. В.								
Перевірив	Трач І. А.								
Т.контр.						Аркуш 3		Аркушів 5	
Рецензент	Сидорук Т. І.					ВНТУ, ЕКО-19м			
Н. контр.	Васильківський І. В.								
Затвердив	Іщенко В. А.								

Ієрархічна структура біоти водойм



					08-48.МКР.105.00.004 ГЧ				
					Ієрархічна структура біоти водойм	Літ.		Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Варакса В. В.							
Перевірів		Трач І. А.							
Т.контр.						Аркуш 4		Аркушів 5	
Рецензент		Сидорук Т. І.				ВНТУ, ЕКО-19м			
Н. контр.		Васильківський І. В.							
Затвердив		Іщенко В. А.							

Джерела забруднення водойм та основні групи токсикантів



					08-48.МКР.105.00.005 ГЧ			
					Джерела забруднення водойм та основні групи токсикантів	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Варакса В. В.							
Перевірів	Трач І. А.							
Т.контр.						Аркуш 5	Аркушів 5	
Рецензент	Сидорук Т. І.					ВНТУ, ЕКО-19м		
Н. контр.	Васильківський І. В.							
Затвердив	Іщенко В. А.							