

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

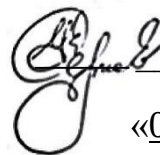
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проєктами

Кафедра управління проєктами

«ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри УП

 д.т.н., проф. ЧЕРНОВ С.К.

«09» грудня 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

на тему: «Удосконалення моделі управління проєктами екологічного моніторингу
водних ресурсів»

Виконав: студентка групи 6173м


(підпис) **Козирко К.О.**

Керівник: к.е.н., доцент


(підпис) (посада, науковий ступінь, вчене звання) **Літвак О.А.**

м. Миколаїв – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проектами

Кафедра управління проектами

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма «Управління екологічними проектами»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

 к.е.н., доц. Літвак О.А.
“ 09 ” грудня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»**

Студентці Козирко Ксенії Олегівні

Група 6173м

1. Тема магістерської роботи: «Удосконалення моделі управління проектами екологічного моніторингу водних ресурсів»

Затверджена наказом № 1406-УЧ від “04” грудня 2025 р.

2. Строк подання студентом готової роботи - “ 06 ” грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: нормативно-законодавчі акти, технічна документація, методичні рекомендації, наукові публікації за темою дослідження

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів);

Розділ 1. Теоретичні основи формування та управління системою екологічного моніторингу водних ресурсів відповідно до сучасних вимог

Розділ 2. «Сучасний стан екологічного моніторингу використання водних ресурсів в Україні»

Розділ 3. «Напрями удосконалення екологічного моніторингу водних ресурсів із застосуванням БПА»

Розділ 4. «Охорона праці»

5. Перелік графічного матеріалу: презентація в Power Point - 28 слайдів

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Мозговий А.М., доцент		

7. Дата видачі завдання 03.09.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

	Назва частин роботи	Виконання роботи	
		За планом	Примітка
1.	Вивчення літературних джерел з предмету дослідження	03.09.2025	виконано
2.	Збір і вивчення матеріалів досліджуваного підприємства	10.09.2025	виконано
3.	Складання розгорнутого плану роботи	17.09.2025	виконано
4.	Підготовка розділу 1 «Теоретичні основи формування та управління системою екологічного моніторингу водних ресурсів відповідно до сучасних вимог»	14.10.2025	виконано
5.	Підготовка розділу 2 «Сучасний стан екологічного моніторингу використання водних ресурсів в Україні»	20.10.2025	виконано
6.	Підготовка розділу 3 «Напрями удосконалення екологічного моніторингу водних ресурсів із застосуванням БПА»	26.10.2025	виконано
7.	Підготовка розділу 4 «Охорона праці»	25.11.2025	виконано
8.	Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи	30.11.2025	виконано
9.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	10.12.2025	виконано
10.	Захист кваліфікаційної роботи	23.12.2025	виконано

Студентка:


(підпис)

Козирко К.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи:


(підпис)

Літвак О.А.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Козирко К.О. «Удосконалення моделі управління проєктами екологічного моніторингу водних ресурсів» - На правах рукопису. Кваліфікаційна робота за спеціальністю 101-Екологія, освітня програма - Управління екологічними проєктами. Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова. Миколаїв, 2025.

В магістерській роботі узагальнено теоретичні, проаналізовано практичні і розроблено науково-методичні рекомендації щодо організації роботи басейнового управління та вдосконалення управління інформаційними потоками в системі екологічного моніторингу.

Досліджено процес управління екологічними проєктами проведення екологічного моніторингу в басейнових управліннях.

Обґрунтована потреба впровадження сучасного управлінського, організаційного та інформаційного інструментарію спрямованого на вдосконалення системи екологічного моніторингу в умовах впровадження в Україні Водної Рамкової Директиви ЄС.

Запропоновано напрями покращення системи управління водними ресурсами в Україні; модель автономної безпілотної системи відбору води; алгоритм проведення екологічного моніторингу під час роботи басейнового управління; архітектура банку даних екологічного моніторингу басейнового управління; модель управління подіями з екологічними наслідками на водних басейнах; складові елементи проєкту вивчення небезпек водних надзвичайних ситуацій та моделі, що використовуються у проєкті визначення зон можливого зараження (забруднення) вод басейну.

Робота виконана на 115 сторінках машинописного тексту, містить 12 таблиць, 23 рисунка та список використаних джерел з 107 найменувань.

Роботу викладено українською мовою.

Ключові слова: безпілотний підводний апарат, басейнове управління водними ресурсами, екологічний моніторинг, екологічні наслідки.

ABSTRACT

Kozyrko Kseniia «Improvement of the project management model for environmental monitoring of water resources using unmanned systems» -

Copyright of the manuscript. Qualification work on specialty 101-Ecology, educational program - Management of environmental projects. National University of Shipbuilding named after Adm. Makarov. Mykolaiv, 2025.

In the master's thesis, theoretical and practical recommendations were summarized and scientific-methodical recommendations were developed for organizing the work of basin management and improving the management of information flows in the environmental monitoring system.

The process of managing environmental projects for environmental monitoring in basin management authorities has been studied.

The need to introduce modern management, organisational and information tools aimed at improving the environmental monitoring system in the context of the implementation of the EU Water Framework Directive in Ukraine has been substantiated.

Proposed directions for improving the water resources management system in Ukraine; a model of an autonomous unmanned water sampling system; an algorithm for environmental monitoring during basin management; the architecture of the basin management environmental monitoring database; a model for managing events with environmental consequences in water basins; components of the project to study the hazards of water emergencies and models used in the project to identify areas of possible contamination (pollution) of the basin waters.

The work is presented in 115 pages of typed text, contains 12 tables, 23 figures and a list of 107 references.

The work is presented in Ukrainian.

Keywords: unmanned underwater vehicle, basin water resources management, environmental monitoring, environmental consequences

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРІНГУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ВІДПОВІДНО ДО СУЧАСНИХ ВИМОГ	12
1.1 Основні поняття та принципи управління проєктами екологічного моніторингу водних ресурсів.....	12
1.2 Особливості управління водними ресурсами за басейновим типом.....	22
1.3 Актуальність екологічного моніторингу використання водних ресурсів.....	27
РОЗДІЛ 2 СУЧАСНИЙ СТАН ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРІНГУ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ В УКРАЇНІ	34
2.1 Аналіз сучасного стану та ефективності систем моніторингу поверхневих водних об'єктів в Україні	34
2.2 Світовий досвід управління екологічним моніторингом стану використання водних ресурсів	49
2.3 Особливості Європейської водної рамкової директиви.....	56
РОЗДІЛ 3 НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРІНГУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БПА	67
3.1 Особливості використання БПА при проведенні екологічного моніторингу водних басейнів	67
3.2 Створення банку даних екологічного моніторингу басейнового управління.....	75
3.3 Модель екологічного прогнозування за басейновою ознакою.....	78

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	85
ВИСНОВКИ	96
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	99
ДОДАТКИ	113

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АСКЯВ - автоматична станція контролю якості води

АСЯНС - автоматична станція якості при надзвичайних ситуаціях

БПА – безпілотний підводний апарат

ВРД – водна рамкова директива

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я

ГІС – геоінформаційні системи

ДСНС – державна служба надзвичайних ситуацій

ДСТУ – державний стандарт України

ЄАД - Європейське агентство з довкілля

ЄС – європейський союз

КМУ – кабінет міністрів України

МСВ - мобільних сенсорних вузлів

ОЕСР - Організація економічного співробітництва та розвитку

ООН – організація об'єднаних націй

ПГХЛ - Пересувна гідрохімічна лабораторія

ПУРБ - план управління річковим басейном

ПВЗМЗ - проєкт визначення зон можливого зараження (забруднення) вод басейну

СГХЛ - Стаціонарна гідрохімічна лабораторія

УГМЦ – український головний моніторинговий центр

AI - Artificial Intelligence (Штучний інтелект)

ЕРА - Агентство з охорони навколишнього середовища США (Environmental Protection Agency)

IoT - Internet of Things (Інтернет речей)

SWOT - Strengths (сильні сторони) Weaknesses (слабкі сторони), Opportunities (можливості) и Threats (загрози)

USGS - Геологічна служба США (United States Geological Survey)

WFD - Рамкова директива про водні ресурси

ВСТУП

Між Україною та ЄС заключено багато міжнародних екологічних угод, однак бойов дії ускладнюють їх виконання, що спричиняє значні екологічні втрати, обмежує можливості імплементації ВРД ЄС та реорганізації державної політики у сфері охорони водних ресурсів.

Сьогодення основни обсяги підводних операцій виконується водолазними командами, що в свою чергу є дуже ресурсним і небезпечним заходом. У ХХІ ст. людство прагне автоматизації та роботизації різних процесів діяльності. Саме тому останнім часом набирають широкої популярності безпілотники та дрони. Для безпеки діяльності водолазів слід звернути увагу на експлуатацію підводних дронів, оскільки саме підводні дрони можуть замінити водолазів і виконувати роботу більш ефективно.

Основним завданням управління екологічними проєктами є покращення якості екологічного стану довкілля. Управління екологічними проєктами спрямовано на надання екосистемних послуг та розробку екологічних стратегій, що дозволяє більш доцільне використовувати водні ресурси. Управління екологічними проєктами описується в багатьох наукових працях в сфері яких працювали такі науковці: Дудюк В., Головка А., Хрутьба В.О., Штик Ю.В., Зюзюн В.І., Хрутьба Ю.С., Галак І.І., Лисак Р.С., Пацева І. Г., Алпатова О. М., Гурець Н. В., Скібіцька Л.І. та інші. Особливу увагу вивченню екологічного стану водних ресурсів приділили Безсонний В. Л., Наконечна, Ю., Мельничук, С., Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Кірейцева Г.В., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В., Хоменко С.В., Кірейцева, Г. В., Супрун В. П., Гурець Л. Л., Трунова І. О., Фалько В. В., Вакарчук О. В., Jang, H., & Lee, J. та інші. Питаннями використання БПА при проведенні досліджень водних екосистем займались Касіяничук Д. В., Петренко Ю.А., Нефьодов Л.І., Богатов О.І., Сметанін К. В., Корпильов Д., Здобиський А., Мокрицька О., Чернюх В., Писаренко А.В., Ролік О.І. та інші.

Метою магістерської роботи є узагальнення теоретичних, аналіз практичних і розробка науково-методичних рекомендацій щодо організації

роботи басейнового управління та вдосконалення управління інформаційними потоками в системі екологічного моніторингу.

Об'єктом дослідження є процес управління екологічними проектами проведення екологічного моніторингу в басейнових управліннях.

Предметом дослідження стало впровадження сучасного управлінського, організаційного та інформаційного інструментарію спрямованого на вдосконалення системи екологічного моніторингу в умовах впровадження в Україні Водної Рамкової Дірективи ЄС.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

- дослідити взаємозв'язок основних завдань при проведенні екологічного моніторингу за допомогою БПА;
- розглянути структуру управління водними ресурсами в Україні відповідно до цілей Водної Стратегії України в період імплементації Водної Рамкової Директиви 2000/60/ЄС;
- визначити особливості організації проведення екологічного моніторингу під час реформування управління водними ресурсами в Україні;
- проаналізувати сучасні підходи до управління екологічними проектами;
- запропонувати удосконалення моделі екологічного моніторингу водних ресурсів з використанням БПА.

Наукова новизна роботи полягає у вдосконаленні моделі управління проведення екологічного моніторингу за допомогою БПА з метою взаємодії в умовах цифрового управління задля максимального задоволення потреб кінцевих споживачів.

У відповідності до цього можна визначити наступні наукові досягнення:

- проаналізовано: сучасні підходи до управління екологічними проектами; алгоритм складання карти басейну; схема проєктування системи онлайн моніторингу поверхневих вод; структура управління водними ресурсами в Україні; мета та цілі Водної Стратегії України; ключові характеристики системи державного екологічного моніторингу водних ресурсів в Україні;

показники, які визначаються під час моніторингу вод; принципи поводження з водними ресурсами, що визначені Водною Рамковою Директивою 2000/60/ЄС; взаємозв'язок основних завдань при проведенні екологічного моніторингу за допомогою БПА; нормативно-правові акти якими впроваджено норми «Водної Рамкової Директиви»;

- удосконалена модель управління проведення екологічного моніторингу за допомогою БПА;

- запропоновано: напрями покращення системи управління водними ресурсами в Україні; моделі автономної безпілотної системи відбору води; алгоритм проведення екологічного моніторингу під час роботи басейнового управління; архітектура банку даних екологічного моніторингу басейнового управління; модель управління подіями з екологічними наслідками на водних басейнах; складові елементи проєкту вивчення небезпек водних надзвичайних ситуацій та моделі, що використовуються у ПВЗМЗ.

Проектною пропозицією є використання удосконаленої схеми інформаційних та матеріальних підпроцесів інформаційно-комунікаційних технологій проведення екологічного моніторингу з використанням БПА та архітектура банку даних екологічного моніторингу басейнового управління задля управління подіями з екологічними наслідками на водних басейнах.

Методи дослідження. У процесі написання роботи використовувалися загальнонаукові та емпіричні методи досліджень, зокрема:

- методи аналізу та синтезу;
- метод систематизації - при систематизації інформаційної взаємодії в архітектурно-будівельної проєктної діяльності;
- табличний - для представлення розрахунків і оцінки конкретних результатів досліджень;
- абстрагування;
- узагальнення;
- вивчення документів та моделювання.

Апробація результатів роботи. Результати теоретичних та практичних досліджень за напрямком магістерської роботи доповідались та обговорювались на наукових конференціях, а саме:

1. V Всеукраїнська науково-практична інтернет конференція «Інформаційні технології: моделі, алгоритми, системи (ITMAS – 2024)» (Миколаїв 30-31 жовтня 2024 р.)
2. XVI Міжнародна науково-технічна конференція «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» (Миколаїв, 25–26 вересня 2025 р.)

Публікації. За результатами проведених досліджень опубліковано 2 наукових праці:

1. Особливості управління екологічними ризиками при надзвичайних ситуаціях під час військових дій.
2. Використання беспілотних апаратів для моніторингу довкілля.

Структура й обсяг роботи. Магістерська робота складається із вступу, чотирьох розділів, переліку умовних скорочень, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг роботи сторінки 115, з них основний текст на сторінках 98 . Робота містить 12 таблиць, 23 рисунка. Список використаних джерел налічує 107 найменувань на 14 сторінках.

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРІНГУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ВІДПОВІДНО ДО СУЧАСНИХ ВИМОГ

1.1 Основні поняття та принципи управління проєктами екологічного моніторингу водних ресурсів

Екологічні проєкти - це програма систематичних дій, яка спрямована на зменшення, уникнення, запобігання та усунення негативного впливу людини на навколишнє середовище. Для реалізації екологічного проєкту використовується технологія управління проєктами з урахуванням специфіки розв'язуваної задачі. Управління екологічними проєктами повинно керувати процесами покращення якості довкілля. Головною перевагою управління екологічними проєктами перед традиційним формальним управлінням є довірчі стосунки з усіма залученими сторонами з метою дотримання оптимального балансу між екологічними та економічними показниками. Основними принципами, що відтворюють суть управління виконанням екологічного проєкту є:

- пріоритетність - перевагу віддають невідкладним завданням з охорони довкілля на основі загальної концепції сталого розвитку;
- цілеспрямованість - спрямованість екологічних проєктів на покращення стану довкілля та відродження його цілісності;
- безпека - оцінка можливості появи шкоди або збитку навколишньому середовищу внаслідок недосягнення мети проєкту;
- системність - відповідно до неї екологічний проєкт, це система набору взаємопов'язаних частин: персоналу, структури, завдань і технологій, призначених для успіху в поставлених цілях;
- комплексність - прогнозує загальне застосування різноманітних форм і підходів управління при розробці та впровадженні природоохоронних інновацій;
- забезпеченість - формування екологічного проєкту потребуючими видами ресурсів для його реалізації;

– найбільш дієве використання - описує корисність ресурсів проєкту, введених в охорону екологічного довкілля [81].

Управління екологічними проєктами є важливою складовою будь-якого інфраструктурного проєкту та науково-дослідницької діяльності, оскільки воно дозволяє ефективно організовувати роботу з метою досягнення поставлених цілей в умовах обмеженого часу та ресурсів. Враховуючи широкий спектр програмних засобів для управління екологічними проєктами, важливо визначити, які з них найбільш підходять для конкретних потреб та завдань [51]. Важливим напрямком зміцнення екологічної безпеки є підвищення ефективності управління проєктами екологічного спрямування. На рисунку 1.1 відображені ключові цілі екологічного проєкту [22].

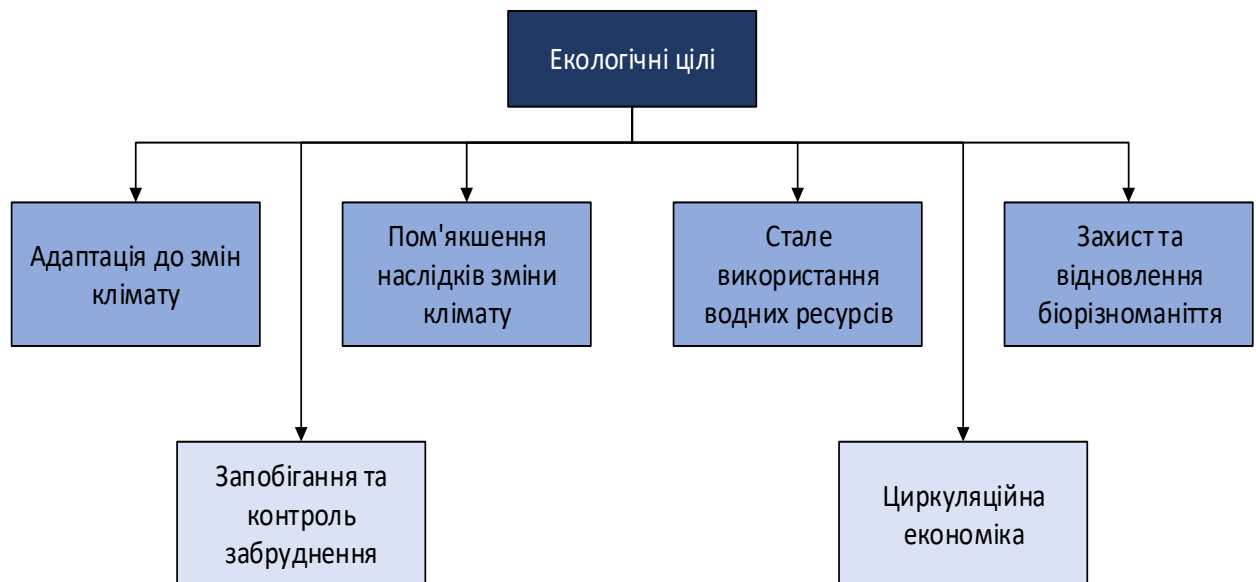


Рисунок 1.1 – Ключові цілі екологічного проєкту [102]

В.О. Хрутьба вважає, що управління екологічним проєктом – це сукупність взаємопов'язаних дій та операцій, що виконуються для отримання визначеного набору продуктів, результатів або послуг в екологічному проєкті, які визначаються поліпшенням стану навколишнього проєктного середовища незалежно від конкретної прикладної сфери та життєвого циклу проєкту відповідно до екологічної місії проєкту [75].

Проектом екологічного спрямування є інноваційна діяльність спрямована на покращення, відновлення, або збереження якості навколишнього природного середовища [22].

Управління екологічними проектами можна виконувати за допомогою таких підходів: системний, процесний та ситуаційний. Характеристики даних підходів розглянуто в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика сучасних підходів до управління екологічними проектами

Підхід	Характеристика
Системний	Дає можливість надати ретельний науковий розгляд функціонування та розвитку об'єкта, відкривати ознаки його елементів, розуміти взаємодію і зв'язки між ними.
Процесний	Процесний підхід управління означає суму взаємозалежних процесів: планування, організація, мотивація, контроль тощо. Дані функції є повторюваними, і на засадах контролю досягнення цільових показників, виконується впорядковування системи, за тією ж черговістю процесів. Використання процесного підходу до управління збільшує результативність інформаційних потоків між відокремленими підрозділами.
Ситуаційний	Ситуаційний підхід є засобом мислення відповідно до організації, яка враховує певні ситуації. Застосування ситуаційного підходу до управління допомагає ефективніше досягти цілей, насамперед на великих підприємствах з великою кількістю і складністю завдань, які потрібно вирішити. Вважається, що системний підхід до управління разом із ситуаційним є більш дієвими

Джерело: узагальнено автором на підставі [34,44]

Теоретичні основи формування та управління екологічними проектами безпекою водних ресурсів за допомогою механізмів екологічного моніторингу стали предметом активних наукових досліджень, що обумовлено їх вирішальним значенням для забезпечення сталої якості води та здоров'я екосистем. Фундаментальні аспекти екологічної безпеки водних ресурсів досліджували провідні українські вчені: Архипова Л.М., Бедункова О.О., Білявський Г.О., Трофіменко А.Г., Бондар О.І., Гриб Й.В., Гандзюра В.П., Гребінь В.В., Павличенко А.В., Ісаєнко В.М., Осадчий В.І., Петрук В.Г., Удод В.М., Шмандій В.М. Їхні роботи заклали теоретичну основу для розуміння механізмів забезпечення екологічної безпеки водних ресурсів. Особливу увагу вивченню екологічного стану водних екосистем під впливом техногенних факторів

приділили Міхєєв О.М., Протасов О.О., Пічура В.І., Маджд С.М., Коцюба І.Г., а комплексний аналіз стану поверхневих водних ресурсів представлений у дослідженнях Циганенко-Дзюбенка І.Ю., Дмитренка Т.В., Пономаренка Є.Г., Немцової А.А. У міжнародному науковому просторі значний внесок у розробку концептуальних основ управління забрудненням водних ресурсів зробили Мунте Дж., Альтенбургер Р., Постума Л., Брак В., які запропонували комплексний підхід до управління хімічними забруднювачами. Важливі дослідження взаємодії підземних і поверхневих вод проведені Конантом Б., Хінтоном М., Робінсоном К., що дозволило створити надійні концептуальні моделі гідрологічних та біогеохімічних процесів [30]

Усвідомлення важливості професійного управління екологічними проєктами при управлінні водними басейнами сприятиме використанню універсальних методологій та накопиченого міжнародного та вітчизняного досвіду у сфері управління проєктами. Оскільки, саме в умовах економічних потрясінь приходить розуміння того, на скільки низьким є ступінь досконалості системи управління екологічними проєктами, якими перевагами організації слід скористатися, які недоліки потрібно усунути, – іншими словами, що необхідно зробити, щоб система управління проєктами відповідала вимогам сьогодення [50].

Методи управління екологічними проєктами дають змогу:

- визначити мету проєкту і провести його обґрунтування;
- виявити структуру проєкту;
- визначити необхідні обсяги й джерела фінансування;
- підібрати виконавців на основі торгів і конкурсів;
- підготувати й укласти контракти;
- визначити строки виконання проєкту, скласти графік його реалізації, розрахувати необхідні ресурси;
- розрахувати кошторис і бюджет проєкту, планувати й урахувати ризики;
- забезпечити контроль над процесом виконання проєкту [24].

Управління екологічними проєктами вимагає використання різноманітних інструментів та методів, включаючи планування ресурсів, розподіл завдань, контроль прогресу, комунікацію та вирішення конфліктів. Ефективне управління екологічними проєктами дозволяє досягти поставлених цілей, забезпечити якість результатів та виконання проєкту в межах обмежень часу, бюджету та ресурсів [28]

Механізм управління екологічними проєктами - це сукупність цілей і стимулів, методів і видів управління екологічно орієнтованими інвестиціями, дозволяюча перетворити рух матеріально-речових, фінансових і нематеріальних потоків в рух коштів виробництва з отриманням кінцевих результатів виробничої діяльності, націлених на екологічні завдання та пріоритети [1].

Аналіз наявних літературних джерел дозволяє виділити два різних типи проєктів екологічного моніторингу: проєкти з єдиною метою, які створені для вирішення лише однієї проблеми, і багатоцільові проєкти, які можуть охоплювати різні види використання води.

Методи, принципи та основні напрямки екологічного моніторингу водних ресурсів окреслено у розробленій Водній стратегії України до 2050 року. Як зазначено у Стратегії, «Моніторинг водних ресурсів є важливою складовою раціонального водокористування, і його проведення забезпечується низкою суб'єктів: Державним агентством водних ресурсів, регіональними гідрометеорологічною та гідрологічною службами тощо». У стратегії визначено ряд принципів, яким має відповідати система моніторингу, а саме: об'єктивність, гнучкість, трансформативність, функціональність та прозорість [80].

Рівень екологічної відповідальності організації визначається впливом її діяльності та екологічних проєктів на навколишнє середовище протягом життєвого циклу проєкту та після його завершення. Організація розробляє власну шкалу екологічної сталості та вирішує, як вона буде застосовувати її до різних груп проєктних процесів. Розроблення процесів для економії ресурсів, часу, проєктних витрат тощо. Концепція пов'язує управління проєктами із заходами щодо охорони довкілля та підвищує рівень екологічної свідомості

учасників проєкту, незалежно від його безпосереднього стосунку до змін у навколишньому середовищі. Не зважаючи на те, що екологічно чутливий підхід може бути застосований до всіх проєктів, проте не всі проєкти матимуть однаковий рівень екологічної ефективності. В Україні питання управління екологічними проєктами (таблиця 1.2) розглядаються у працях В.О. Хрутьби В.Д. Гогунського, Т.М. Олех, й інших. Спільною ідеєю цих підходів є необхідність урахування впливу на навколишнє середовище у процесі управління проєктами [78].

Таблиця 1.2

Термін «управління екологічними проєктами»

Автори	Характеристика
Хрутьба В.О. [75]	Управління екологічним проєктом – це сукупність взаємопов'язаних дій та операцій, що виконуються для отримання визначеного набору продуктів, результатів або послуг в екологічному проєкті, які визначаються поліпшенням стану навколишнього проєктного середовища незалежно від конкретної прикладної сфери та життєвого циклу проєкту відповідно до екологічної місії проєкту
Андрєєва Н.М. [1]	Управління екологічними проєктами - це сукупність цілей і стимулів, методів і видів управління екологічно орієнтованими інвестиціями, дозволяюча перетворити рух матеріально-речових, фінансових і нематеріальних потоків в рух коштів виробництва з отриманням кінцевих результатів виробничої діяльності, націлених на екологічні завдання та пріоритети.
Онисько Е., Фармага І. [51]	Управління екологічними проєктами є важливою складовою будь-якого інфраструктурного проєкту та науково-дослідницької діяльності, оскільки воно дозволяє ефективно організовувати роботу з метою досягнення поставлених цілей в умовах обмеженого часу та ресурсів
Гавловська Н. І., Рудніченко Є. М. [13]	Управління екологічними проєктами - це методологія організації, планування, управління, координації трудових, фінансових і матеріально-технічних ресурсів протягом проєктного циклу, спрямоване на ефективне досягнення цілей шляхом застосування інноваційних методів

В Україні управління екологічними проєктами стає актуальним інструментом для імплементації ВРД. Вони допомагають забезпечити контроль у реалізації складних ініціатив, що є критично важливим у контексті реформ управління водними ресурсами та інтеграції до європейських стандартів управління. Ситуація в сучасних системах управління екологічним розвитком, а

також у діяльності екологічних інституцій України, підтверджує доцільність впровадження системного підходу до управління екологічними проєктами і в таких структурах [8].

Застосування басейнового принципу для управління екологічними проєктами водних ресурсів передбачає, що основною одиницею управління є територія річкового басейну. Річковий басейн є єдиним просторово-екологічним комплексом, головним елементом якого є річка. У басейні існує цілий комплекс факторів, які визначають його специфіку і умови формування обсягу, режиму та екологічного стану водних ресурсів. Ці закономірності функціонування системи та процесів, що відбуваються в ній, забезпечують її стійкість і динамічний розвиток. Управління екологічними проєктами функціонування річкових басейнів та його втілення через інтегроване управління водними ресурсами стає дедалі більш важливим для міжнародної спільноти в зв'язку з проблемами кількості та якості прісної води. Згідно з вимогами ВРД, плани інтегрованого управління водними ресурсами повинні містити стратегію дій щодо оптимізації використання водних ресурсів.

Останнім часом у зв'язку зі зростанням законодавчих вимог та підвищенням зацікавленості громадськості у питаннях збереження довкілля все більшу роль відіграють процеси управління проєктами екологічного спрямування. Серед них важливе місце займають проєкти впровадження басейнових управлінь. Основними особливостями проєктів впровадження басейнових управлінь є те, що прийняття стратегічних рішень визначається відповідно до стратегії сталого розвитку, за якої досягається задоволення життєвих потреб нинішнього покоління без позбавлення майбутніх поколінь таких можливостей унаслідок вичерпання природних ресурсів і деградації навколишнього природного середовища [20].

Проєкт в екологічній сфері розглядається як план послідовних дій, спрямованих на зниження, попередження й ліквідацію негативного техногенного та людського впливу на навколишнє середовище, шляхом раціонального використання природно-ресурсного потенціалу. Основна мета екологічного

проєкту є вирішення певної екологічної проблеми. Найбільш очікуваним результатом такого проєкту є зміна стану навколишнього природного середовища. Виділяють два основні типи екологічних проєктів, а саме: проєкти, що безпосередньо спрямовані на покращання стану довкілля, та ті, котрі враховують зміни в навколишньому середовищі. Екологічні проєкти та управління ними є одним з найкращих методів вирішення більшості екологічних проблем [18].

Серед екологічних проєктів, що впроваджуються в Україні, переважають інноваційні та інфраструктурні. У цих проєктах оцінюється рівень впливу на навколишнє середовище. Збалансованість інновацій та стабільності в управлінні екологічними проєктами є важливим фактором для їх успішного виконання. Основні проєкти екологічного значення можуть потребувати зовнішнього ухвалення у вигляді заяви про екологічні наслідки від незалежних експертів. Незалежно від процесу оцінки впливу на навколишнє середовище проєкти мають оцінюватися і пом'якшуватися. Особливістю екологічного проєкту є основна мета цього проєкту, яка спрямована на вирішення певної екологічної проблеми. Результатом такого проєкту є зміна стану навколишнього природного середовища [68].

При управлінні екологічними проєктами в соціально-економічних зонах важливо визначити основні структурно-логічні зв'язки в межах поширення екологічної небезпеки за основними напрямками її деформації. Принципова схема дії системи управління процесом розробки та реалізації екологічних проєктів приведена на рисунку 1.2.

Запровадження ефективної комунікації та співпраці в управлінні екологічними проєктами є ключовим для їх успішності. Управління екологічною безпекою водних ресурсів розглядають як один із найважливіших чинників сталого розвитку суспільства й зараховують до пріоритетних напрямів національної екологічної політики України [5].

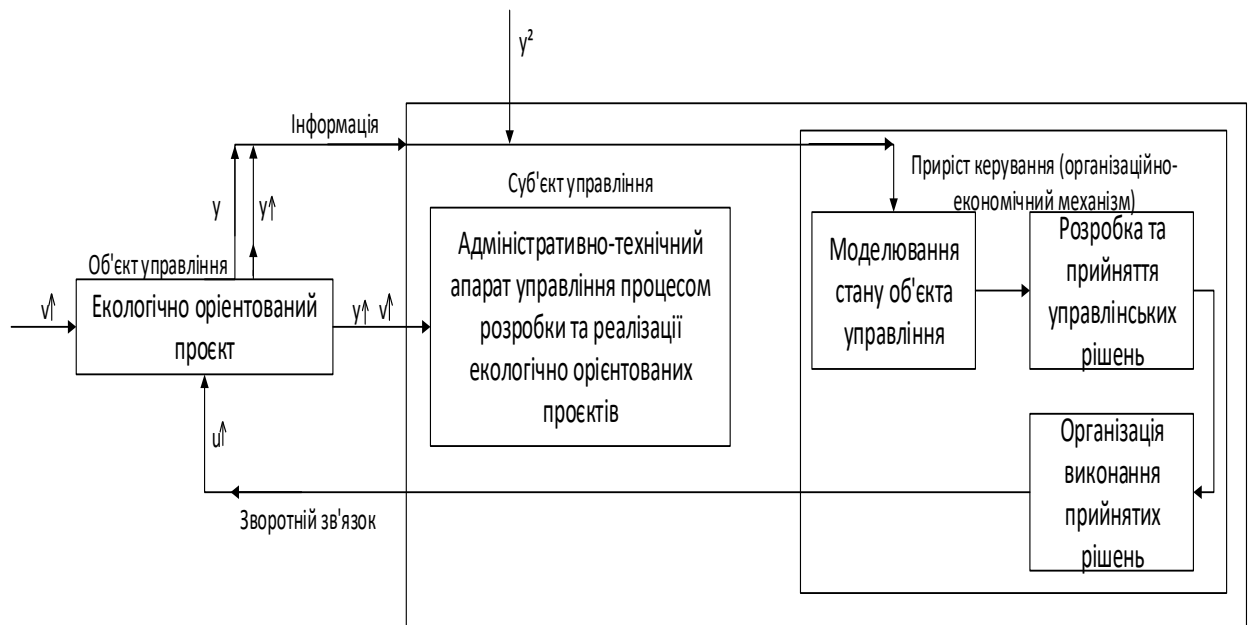


Рисунок – 1.2 Принципова схема дії системи управління процесом розробки реалізації екологічно орієнтованих проєктів

y -основний показник функціонування об'єкта управління;

y^2 - задане значення основного показника, якого треба досягти в процесі управління ;

$y^{\uparrow}$ - вектор додаткових показників функціонування об'єктів управління ;

$u^{\uparrow}$ - вектор керованих виходів об'єкта;

$v^{\uparrow}$ - вектор некерованих входів об'єкта

Для оцінки ступеня керованості об'єкта задається область впливу V . За місцем докладання ці впливи поділяються на входні, вихідні та внутрішні. Повний опис об'єкта управління задається як $y = f(u, v)$ при обмеженнях $y \in U$, $u \in U$, $v \in V$. Ця схема дії системи управління екологічним проєктом адекватно описує численні механізми регулювання. Стан об'єкта управління в якій-небудь момент часу тут залежить від його попередніх станів, впливів середовища і керуючих впливів, а стан керуючої системи - від стану об'єкта управління і, можливо, її власних попередніх станів.

Управління екологічними проєктами - це методологія організації, планування, управління, координації трудових, фінансових і матеріально-технічних ресурсів протягом проєктного циклу, спрямоване на ефективне досягнення цілей шляхом застосування інноваційних методів [13]. Схематичне зображення складових управління екологічними проєктами наведено на

рисунку 1.3. Залежно від цілей та завдань управління проектами екологічного моніторингу поверхневих вод встановлюються такі процедури:

- процедура діагностичного екологічного моніторингу поверхневих вод;
- процедура операційного екологічного моніторингу поверхневих вод;
- процедура дослідницького екологічного моніторингу поверхневих вод.

Діагностичний, операційний та дослідницький моніторинг здійснюється за басейновим принципом.

Проблеми організації моніторингових досліджень стану водних ресурсів знайшли своє відображення у роботах зарубіжних та вітчизняних учених. Науковці [29,49, 79] розглянули методологічні та методичні проблеми гідроекологічних досліджень малих річок степу, окресливши шляхи адаптації наявних методик для екологічних досліджень їх динамічних гідросистем

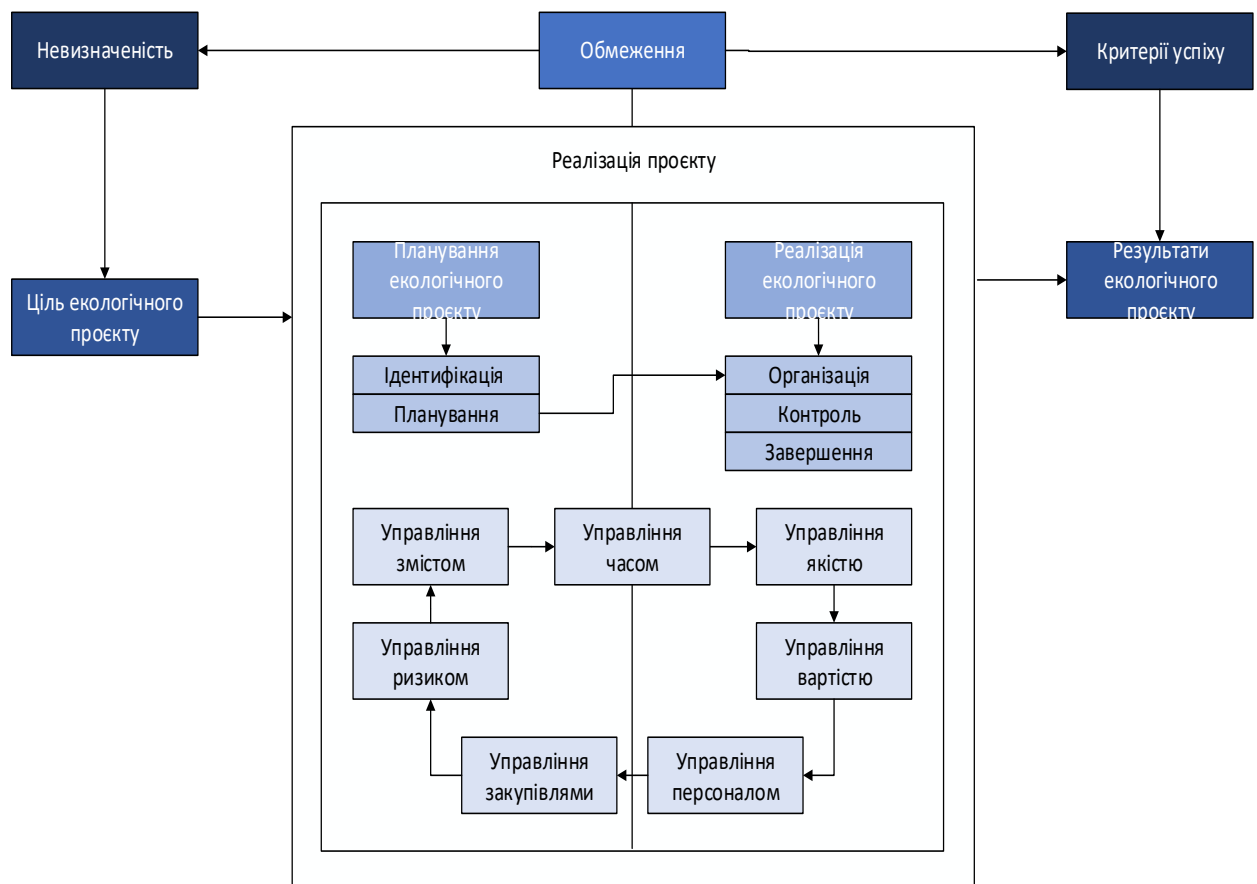


Рисунок 1.3 Фази управління екологічними проектами

1.2 Особливості управління водними ресурсами за басейновим типом

Інформаційна підтримка рішень з питань екологічного моніторингу з метою забезпечення безпеки водного фонду на об'єктовому, регіональному і національному рівнях визначає обсяги фундаментальних і прикладних гідроакустичних досліджень, серед яких вивчення рельєфу дна, дослідження складу та властивостей донних ґрунтів і осадових порід, акустичної взаємодії водної товщі і дна, створення геолого-акустичних моделей окремих районів для управління проєктами з питань процесу збору, обробки і доставки інформації споживачу [14].

Державний моніторинг вод здійснюється з метою забезпечення збирання, оброблення, збереження, узагальнення та аналізу інформації про стан водних об'єктів, прогнозування його змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для ухвалення рішень у галузі використання, охорони вод і відтворення водних ресурсів [47].

Здійснення діагностичного екологічного моніторингу масивів поверхневих вод є одним із найважливіших етапів розроблення Плану управління річковим басейном (ПУРБ). Упровадження європейських стандартів з управління водними ресурсами шляхом реалізації ПУРБ має на меті досягнення «доброго» екологічного стану водних об'єктів. Моніторинг басейнів річок України є складником державної системи моніторингу навколишнього середовища та системи відомчого еколого-господарського моніторингу Держводагентства України та включає моніторинг:

- поверхневих вод річки та джерел їх забруднення;
- земель водозбору річки та їх використання;
- еколого-меліоративного стану зрошуваних, осушуваних та прилеглих до них земель у басейнах малих річок[79].

Недосконалими на сьогодні та такими, що значно відстають від міжнародних вимог у технологічному плані є методи моніторингу водних ресурсів. Зокрема, вітчизняним науковцями використовується переважно хімічний підхід до оцінки якості водного середовища та їх впливу на стан природних екосистем у той час,

як у розвинутих країнах все більшого поширення набувають біологічні методики оцінки, засновані на системі біоіндикації. Відсутні також диференційовані норми забору та використання водних ресурсів у відповідності до специфіки функціонування водних екосистем у різних природно-кліматичних зонах (широтна та вертикальна зональність) [80].

Об'єктами державного моніторингу вод є:

- масиви поверхневих вод, які підлягають охороні;
- масиви підземних вод, які підлягають охороні;
- морські води в межах територіального моря та виняткової морської економічної зони України, зокрема зони (території), які підлягають охороні. [47].

Самими ефективними інструментами щодо запобігання екологічним аваріям і катастрофам різного рівня є засоби та методи спостереження за станом навколишнього середовища. Для отримання об'єктивної інформації про стан і рівень забруднення різних об'єктів навколишнього середовища необхідно експлуатувати надійні засоби екологічного контролю, які класифікуються по:

- виду досліджуваного середовища (для визначення складу та якості води);
- умовам застосування (стаціонарні, возимі, портативні);
- методам отримання інформації (хімічний, фізико-хімічний, оптичний, електрохімічний, хроматографічний, фізичний, радіометричний, електромагнітний, масс-спектрометричний, шумометричний) [67].

Технологія створення інтелектуальної системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень передбачає послідовне виконання наступних процедур:

- створення статичного шару просторової моделі об'єктів екологічного управління;
- прийом та обробка даних для моніторингу стану об'єктів екологічного спостереження в умовах можливих надзвичайних екологічних ситуацій;
- моделювання екологічних процесів у зоні діяльності об'єкта планованої діяльності та уточнення параметрів моделі відповідно до даних екологічного моніторингу;

- візуальне представлення динаміки поширення надзвичайних екологічних ситуацій, у вигляді відповідного шару просторової моделі району планованої діяльності;

- візуалізація геопросторової інформації, необхідної для підтримки прийняття управлінських рішень під час планової діяльності з метою підвищення ефективності її сприйняття особою, що приймає рішення;

- діагностика ситуації в районі управління екологічною безпекою в умовах можливих надзвичайних екологічних ситуацій шляхом розрахунку екологічних загроз і ризиків та візуального відображення цих оцінок у просторовій моделі [43].

В Україні у сутність басейнового принципу вкладають сучасний підхід до управління водними ресурсами, за якого як основна одиниця управління, виступає річковий басейн, який є системою із усталеними екологічними, соціальними та економічними зв'язками. У цьому випадку басейн річки виступає як індикатор стану довкілля, тобто екологічного стану, який зумовлюється як природними чинниками, так і рівнем антропогенного навантаження. Басейновий принцип управління є єдино правильним з теоретичної, методологічної та практичної точок зору. А.Г. Боровицька вважає, що басейновий принцип управління визначається як комплексне інтегроване управління водними ресурсами в межах території річкового басейну. Водна Рамкова Директива ЄС (БРД ЄС 2000) визнає річковий басейн в якості головної природної одиниці водного середовища [9].

Ураховуючи міжнародний досвід а також безальтернативний шлях сталого розвитку національної економічної системи, вважаємо, що комплексна система моніторингу водних ресурсів, їх охорони та використання повинна здійснюватися за трьома взаємопов'язаними, розмежованими на стадії процесів вимірювання, контролю й аналізу та інтегрованими на стадії прийняття стратегічних рішень на державному рівні напрямків, а саме: екологічного моніторингу, соціального моніторингу та економічного моніторингу.

Пропонована модель моніторингу сталого використання водних ресурсів передбачає чітке визначення суб'єктів, об'єктів моніторингу, системи відповідних нормативних показників і стандартів стану й використання водних ресурсів та відносин у сфері водокористування, розробленої методології проведення моніторингу та аналізу його результатів, що створюватиме основу для прийняття рішень за його результатами та розробки комплексних програм розвитку водного господарства на всіх рівнях [80]. Для запобігання надзвичайним ситуаціям розробляються різні картографічні і проєктні пропозиції щодо розвитку басейну (дивись рисунок 1.4).

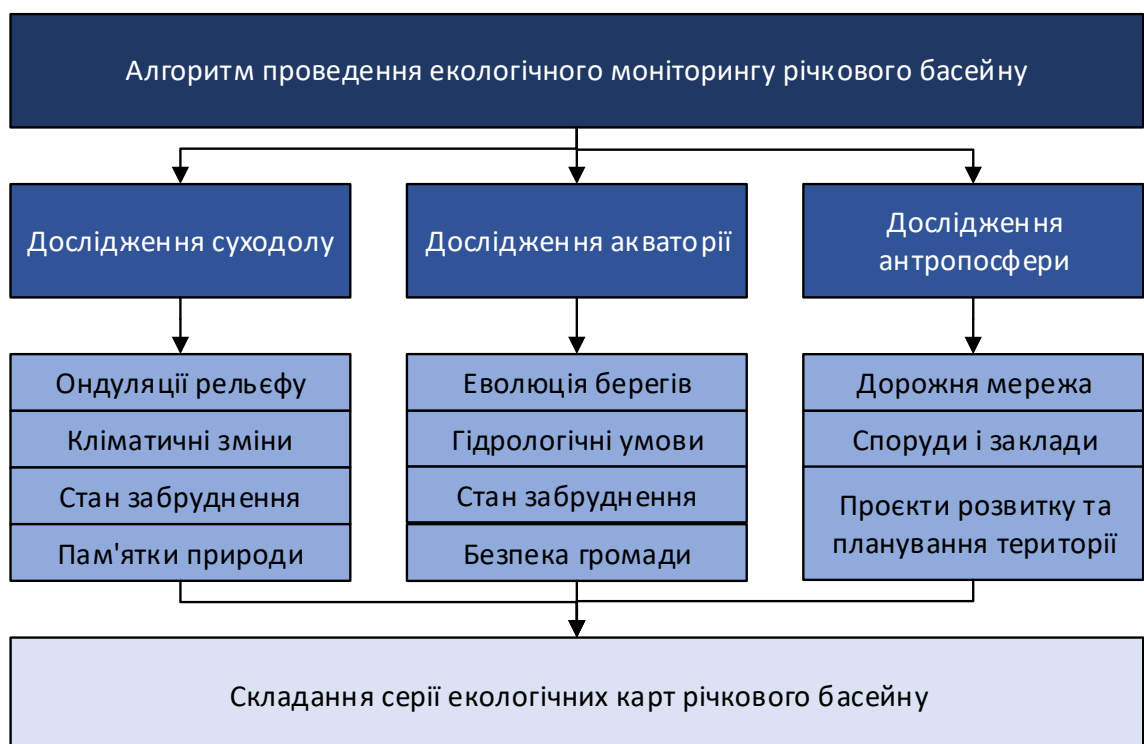


Рисунок 1.4– Алгоритм складання карти басейну

Басейновий принцип управління водними ресурсами – це сучасний підхід до управління водними ресурсами, де основним суб'єктом управління є річковий басейн. Причому річковий басейн є системою з установленними екологічними, соціальними й економічними зв'язками. Цей підхід надає можливість передбачити наслідки людської діяльності для завчасного запобігання екологічним та техногенним катастрофам. Басейновий принцип управління водними ресурсами визначає передумови та напрями створення в Україні сучасного механізму використання, охорони та відтворення вод, який буде

відповідати найбільш ефективній міжнародній практиці й надасть змогу реалізувати стратегію державної політики, спрямованої на запобігання виснаженню водних ресурсів та досягнення й підтримання необхідної екологічного стану поверхневих вод [5].

Основними завданнями басейнових управлінь є забезпечення державного управління водними ресурсами, реалізація державної політики у сфері використання, збереження та відтворення поверхневих вод, забезпечення потреб населення та галузей економіки водними ресурсами, розв'язання водогосподарських і екологічних проблем на території басейну [65].

Ключем до екологічного управління водними ресурсами в річковому басейні є концепція інтеграції. Поліпшення роботи системи екологічного моніторингу на басейновому рівні повинно здійснюватися шляхом організації та координації робіт з питань підготовки регіональних та басейнових програм моніторингу. Формування екологічно виправданої та економічно ефективної мережі пунктів спостережень екологічного моніторингу поверхневих вод є актуальною задачею в умовах переходу до інтегрованого управління водними ресурсами та впровадження положень ВРД ЄС [3].

1.3 Актуальність екологічного моніторингу використання водних ресурсів

В Україні останнім часом надають досить значну увагу проблемі вдосконалення екологічного моніторингу стану водних ресурсів. Моніторинг якості поверхневих вод є складовою частиною державної системи екологічного моніторингу водних ресурсів і його здійснюють у системі Державного агентства водних ресурсів України, згідно зі ст. 16 Водного кодексу України, постанов Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 р. № 815 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» [61] та від 30.03.1998 р. № 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» [60], а також «Положення про Державне агентство водних ресурсів України»,

затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 20.08.2014 р. № 393 [57], [5].

Країни Європейського Союзу активно застосовують інтегрований підхід до екологічного управління водними ресурсами, враховуючи вплив водних екосистем на різні галузі економіки, екології та суспільства. Важливе значення має участь громадськості в екологічному моніторингу та ухваленні рішень стосовно використання води. Україна, враховуючи особливості свого географічного положення та клімату, має взяти до уваги успішні практики країн ЄС у вирішенні проблем екологічного управління водними ресурсами. Важливим етапом буде адаптація іноземного досвіду до національних реалій та виконання операційного плану реалізації Водної стратегії України на період до 2050 р [52].

Для здійснення державного екологічного моніторингу вод суб'єктами державного моніторингу вод розробляють національні, регіональні, відомчі та локальні програми моніторингу вод, яких визначають мережі пунктів, показники й режими спостережень для водних об'єктів та джерел забруднення вод, регламенти передавання, опрацювання та використання інформації [5, стор. 84].

Масиви поверхневих вод є поверхневими водними об'єктами або їх частинами, для яких встановлюються екологічні цілі та які використовуються для оцінювання досягнення цих екологічних цілей. До основних критеріїв, за якими визначається масив поверхневих вод, належать [47]:

- екорегіон;
- категорія поверхневих вод;
- типологія;
- географічні та гідроморфологічні відмінності;
- зміна екологічного стану;
- зони (території), які підлягають охороні.

Основні етапи проєктування системи онлайн моніторингу поверхневих вод представлені у вигляді послідовно-паралельної схеми (рисунку 1.5).

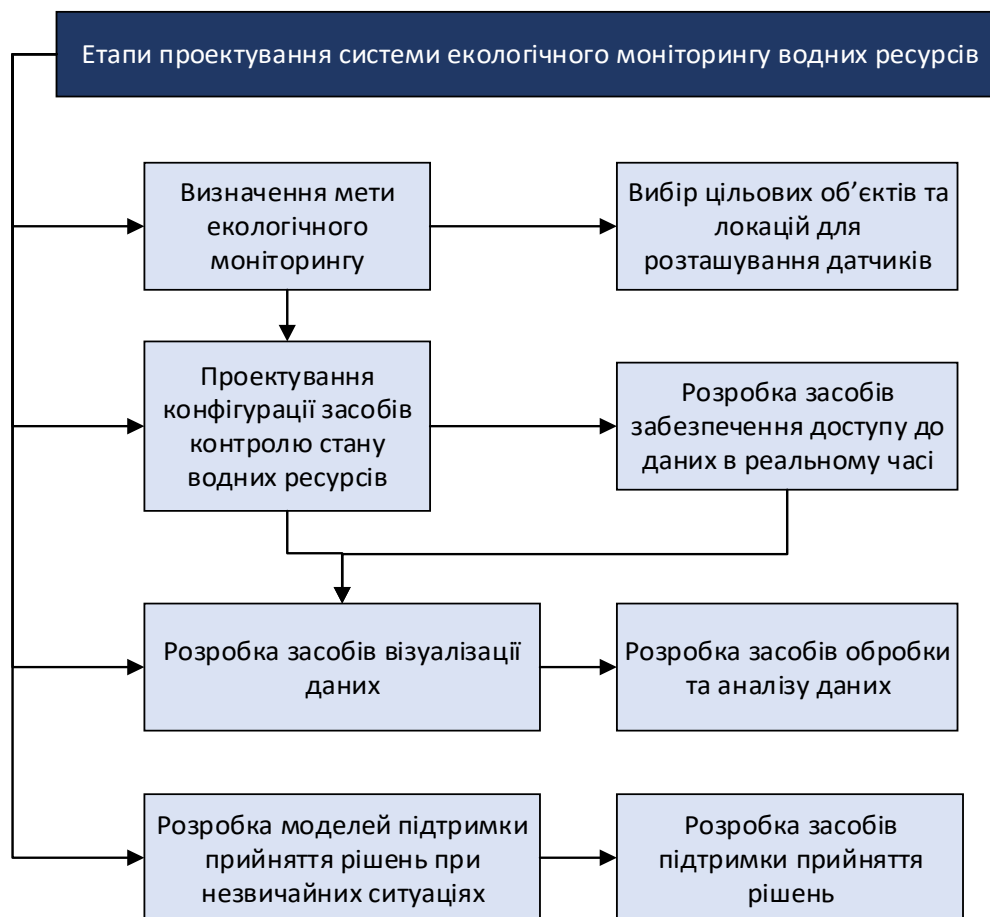


Рисунок 1.5 – Узагальнена схема проектування системи онлайн моніторингу поверхневих вод

До складу обов’язкових процедур віднесено:
визначення мети;

- вибір цільових об’єктів та локацій для розташування станцій онлайн моніторингу;
- проектування базової конфігурації станції моніторингу;
- засобів забезпечення доступу до даних в реальному часі, збереження, обробки, візуалізації та аналізу даних, тощо).

До процедур, що забезпечують настроювання системи до мети, задач і вимог моніторингу можна віднести:

- обґрунтування необхідності контролю додаткових параметрів;
- внесення змін до складу та конфігурації базових станцій, у разі наявності додаткових параметрів;

- розробка моделей і алгоритмів прийняття рішень в нештатних ситуаціях, таких як аварійні скиди, повіні та ін.;
- розробка систем та засобів підтримки прийняття оперативних рішень [37].

Система онлайн моніторингу поверхневих вод може бути реалізована як самостійна програма моніторингу, або бути включена в регіональну, державну та глобальну систему моніторингу навколишнього середовища.

Поняття басейнового підходу в управлінні екологічною безпекою поверхневих вод використовують у світовій практиці, у зв'язку з інтегрованим управлінням водними ресурсами. Згідно з визначенням, наданим Технічним комітетом Глобального водного партнерства інтегроване управління водними ресурсами – це процес, який сприяє скоординованому розвитку та управлінню водними, земельними та пов'язаними з ними видами ресурсів для забезпечення максимального економічного та соціального добробуту на справедливій основі без загрози для стійкості життєво важливих екосистем [5, стор. 11].

Найбільш ефективним в системі управління водними ресурсами є поділ водозбірних басейнів великих та середніх річок країни на водозбірні ділянки для подальшого вирішення питань водокористування одночасно з максимальним збереженням «доброго» стану водних об'єктів. Слід зазначити, що базисним принципом ВРД ЄС є визнання окремого регіону річкового басейну основною самостійною гідрографічною одиницею управління водними ресурсами, що розглядається в комплексі як цілісний гідрографічний природний об'єкт, який не може бути обмежений жодними адміністративно-територіальними кордонами [23]. Державну політику управління проєктами використання, охорони, відтворення водних ресурсів на національному рівні реалізує Кабінет Міністрів України, що є вищим органом виконавчої влади. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України являється основним органом виконавчої влади, що розробляє політику управління водним господарством. Структура управління водними ресурсами в Україні вказана на рисунку 1.6.

Згідно зі статтей 13-3 Водного кодексу України басейнова рада - це консультативно-дорадчий орган у межах певного річкового басейну, який створюється для узгодження інтересів водокористувачів, громадськості, науковців та органів управління. Його основна мета - вироблення узгоджених дій для управління водними ресурсами, прийняття рішень щодо водної політики та схвалення планів використання та охорони вод [12].

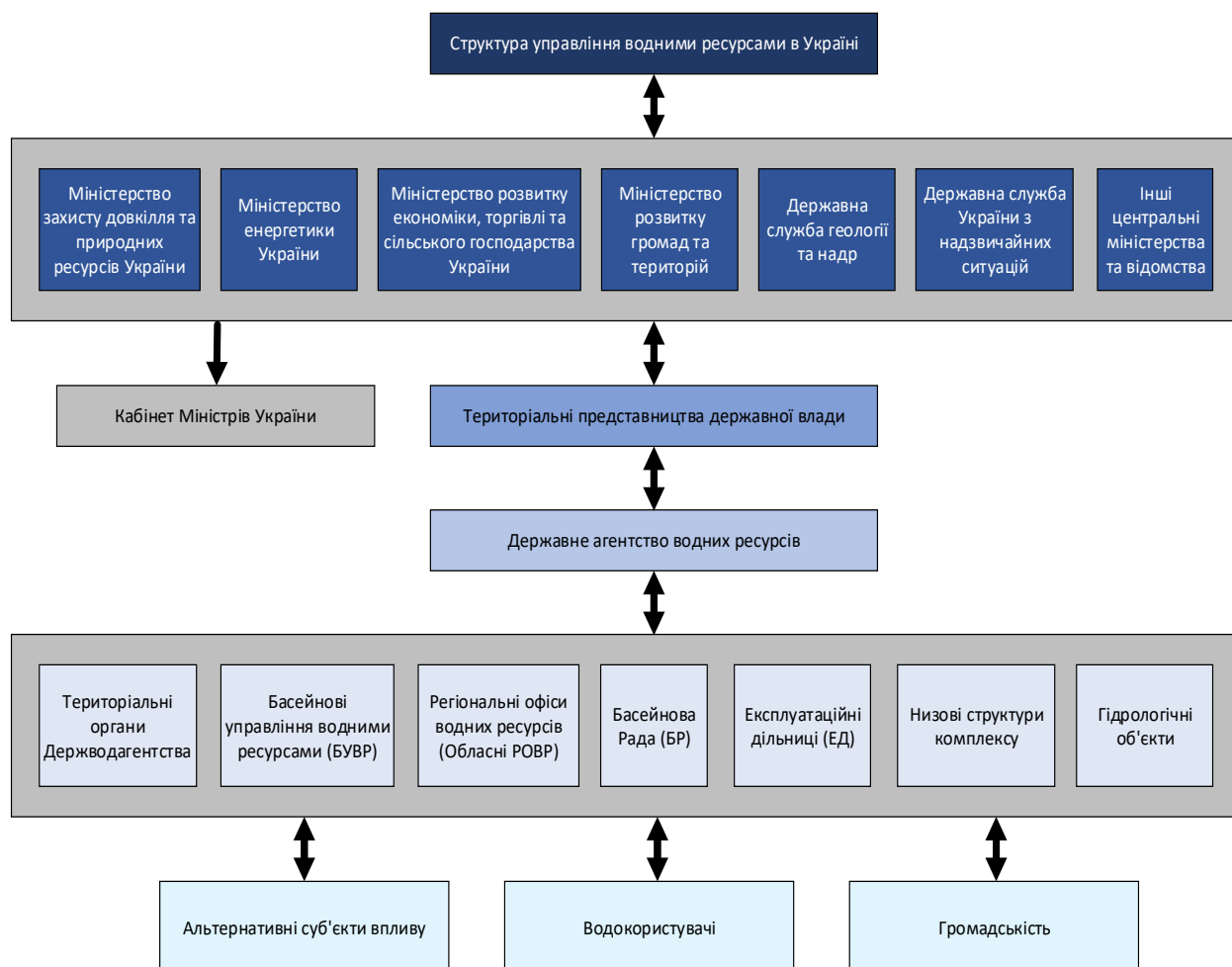


Рисунок 1.6. – Структура управління водними ресурсами в Україні

Відповідно до Порядку здійснення державного моніторингу вод державний моніторинг вод має здійснюватись за басейновим принципом, саме тому в рамках існуючих (в територіальних органах Держводагентства) лабораторій, визначено до потреби оптимальною - 13 лабораторій, які створені в кожному з 12 БУВРів зазначених на сайті Держводагентства. [46]

До основних завдань басейнових рад належить:

- сприяння забезпеченню інтегрованого управління водними ресурсами в межах території річкового басейну;
- забезпечення узгодження інтересів та координації дій заінтересованих сторін щодо управління водними ресурсами на території річкового басейну;
- сприяння співпраці центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ, організацій, міжнародних організацій та експертів (за згодою) у забезпеченні досягнення доброго екологічного та хімічного стану масивів поверхневих вод, доброго хімічного та кількісного стану масивів підземних вод, а також доброго екологічного потенціалу штучних та істотно змінених масивів поверхневих вод у межах території річкового басейну;
- надання пропозицій до проєкту плану управління річковим басейном;
- сприяння виконанню плану управління річковим басейном, державних, цільових, галузевих, міждержавних, регіональних і місцевих екологічних програм і проєктів, що стосуються річкового басейну;
- сприяння розробленню та реалізації програм і проєктів технічної допомоги, залученню інвестицій для виконання заходів, спрямованих на покращення екологічного стану річкового басейну;
- оцінка виконання плану управління річковим басейном [63].

ВИСНОВКИ ДО 1 РОЗДІЛУ

До основних проблем екологічного моніторингу водних ресурсів можна віднести: відсутність дієвої методологічної бази, підкріпленої відповідними механізмами управління й прийняття рішень, дублювання функцій моніторингу, застаріла технічна база та методи вимірювання, недосконала система норм і нормативів водокористування, відсутність єдиної електронної бази водних ресурсів, їх екологічного стану, запасів тощо.

Впровадження басейнового принципу управління, закріпленого у Водній Рамковій Директиві ЄС, разом із розвитком систем моніторингу та економічних механізмів регулювання, дає можливість створити основу для ефективного

управління екологічною безпекою водних об'єктів. Особливу роль відіграють інноваційні природоорієнтовані рішення та автоматизовані системи моніторингу, які дозволяють оперативно виявляти зміни стану водних об'єктів та впроваджувати відповідні управлінські рішення. Подальший розвиток басейнових управлінь, впровадження басейнового управління водними ресурсами України є нагальними процесами, які сприяють відродженню українського виробництва та зруйнованої інфраструктури.

Особливого значення набуває гармонізація Українського законодавства з європейськими стандартами та розвиток транскордонного співробітництва у сфері охорони водних ресурсів, що створює передумови для досягнення «доброго» екологічного стану водних об'єктів та забезпечення їх сталого використання.

РОЗДІЛ 2 СУЧАСНИЙ СТАН ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ В УКРАЇНІ

2.1 Аналіз сучасного стану та ефективності систем моніторингу поверхневих водних об'єктів в Україні

Основний обсяг робіт із екологічного моніторингу річок виконують пункти спостережень Українського гідрометеорологічного центру. Ці пункти розподілені за 10 річковими басейнами України. Найбільше пунктів спостережень розташовано в басейні Дніпра, розвинена мережа спостережень у басейнах Дунаю та Дністра. Система екологічного моніторингу поверхневих вод в Україні складається з 344 станцій, 240 з них розміщені на річках, 43 – на озерах, 61 – на джерелах підземних вод [73] у відповідності до Програми державного моніторингу вод (в частині діагностичного та операційного моніторингу поверхневих вод), затвердженої наказом Міндовкілля від 31.12.2020 р. № 410. Проби аналізуються в 11 лабораторіях.

Наказом Міндовкілля від 31 грудня 2020 року № 410, відповідно, до пункту 9 Порядку здійснення державного моніторингу вод, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 № 758 затверджена Програма державного моніторингу вод (в частині діагностичного та операційного моніторингу поверхневих вод). Зазначеною програмою на ДСНС (УГМЦ) покладено здійснення діагностичного та операційного моніторингу вод за біологічними, фізико-хімічними та гідро-морфологічними показниками.

В Україні встановлюються 9 районів річкових басейнів:

- район басейну річки Дніпро;
- район басейну річки Дністер;
- район басейну річки Дунай;

- район басейну річки Південний Буг;
- район басейну річки Дон;
- район басейну річки Вісла;
- район басейну річок Криму;
- район басейну річок Причорномор'я;
- район басейну річок Приазов'я [47].

Єдину систему моніторингу формують три рівні:

- 1-й рівень засоби оперативного автоматичного контролю забруднення вод;
- 2-й рівень пересувні і стаціонарні гідрохімічні лабораторії;
- 3-й центр опрацювання інформації, отриманої від автоматичних станцій, пересувних і стаціонарних лабораторій.

Засоби оперативного автоматичного контролювання забруднення вод поділяють на дві групи:

- автоматичні станції контролю якості води (АСКЯВ) або монітори;
- аналізатори.

За їх допомогою визначають низку показників якості води таких, як катіони та аніони, а також мінеральні речовини, специфічні (нафтопродукти, важкі метали, пестициди та ін.) та органічні забруднювачі. У таблиці 2.1 наведено показники якості води, які можуть бути рекомендовані для автоматизованих визначень.

Таблиця 2.1

Показники якості поверхневих вод, які можуть бути рекомендовані для автоматизованих визначень

Характерні показники	Властивості води та інгредієнти, що вимірюютьс
Мінеральні речовини	Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , SO ₄ ²⁻ , HCO ₃
Органічні речовини	Загальний органічний вуглець, БСК, розчинений кисень
Показники евтрофікації	Первинна продукція та деструкція або хлорофіл; розчинений кисень; NH ₄ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , PO ₄ ⁻ , Nзаг
Показники токсичності	Специфічні біологічні тести (водні організми, ферментативні реакції)
Специфічні забруднюючі речовини	Важкі метали (Hg, Pb, Cd та інші), пестициди, нафтопродукти, феноли, СПАР

Загальні показники	Температура, рН, електрична провідність, окисно-відновний потенціал, завислі речовини
--------------------	---

Пересувні гідрохімічні лабораторії (ПГХЛ). Вони забезпечують оперативне контролювання якості води, яке неможливо здійснити за допомогою автоматичної системи контролю якості води (АСКЯВ), одержують інформацію безпосередньо на водному об'єкті й одночасно доставляють проби для детального аналізу в стаціонарних лабораторіях.

Стаціонарна гідрохімічна лабораторія (СГХЛ). У постійній, непересувній гідрохімічній лабораторії можна робити хімічний аналіз води, визначати багато компонентів її хімічного складу, отримувати ту інформацію про якість води, яку неспроможні надати АСКЯВ і ПГХЛ.

Центр оброблення гідрохімічної інформації. Завданням центру є:

- опрацювання, систематизація і інтерпретація інформації, одержаної від АСКЯВ, ПГХЛ, СГХЛ;
- організація зв'язку з усіма ланками АСЯНС і споживачами інформації;
- технічне обслуговування засобів;
- збирання, перевірка на достовірність, опрацювання, збереження і надання користувачам різноманітних видів інформації, зокрема оперативних короткострокових прогнозів стану водного об'єкта.

Для оцінки поточного стану та перспектив розвитку системи моніторингу в Україні доцільно провести порівняльний аналіз з міжнародними практиками. Розуміння загальної екологічної ситуації в басейновій мережі потребує аналізу кількох ключових факторів, а саме:

- буферні властивості водного середовища;
- закислення, спричинене сольовим фоном;
- токсичність, викликана йонами важких металів, взаємодіють, формуючи складний образ екологічних умов.

Також важливо враховувати процеси самоочищення водойм, оскільки вони впливають на загальну стабільність екосистем і якість ресурсів поверхневих вод [19].

Порівняльний аналіз систем екологічного моніторингу різних країн (таблиці 2.2) демонструє суттєве відставання української системи моніторингу за рівнем технічного оснащення та фінансування від систем США та країн ЄС.

Таблиця 2.2

Порівняльний аналіз систем моніторингу поверхневих водних об'єктів різних країн

Характеристики системи моніторингу	США	ЄС	Країни, що розвиваються	Україна
Нормативно-правова база	Федеральний закон про чисту воду, Закон про безпечну питну воду	Водна рамкова директива ЄС, національні закони	Національні закони, часто базуються на рекомендаціях ВООЗ	Водна стратегія України, Водний кодекс, Постанови КМУ
Основні регулятори	EPA, USGS	Національні агентства з екологічного регулювання	Міністерства охорони здоров'я, екології	Держводагентство, ДСНС
Періодичність моніторингу	Безперервний моніторинг + щотижневий відбір проб	Безперервний моніторинг + щомісячний відбір проб	Переважно щоквартальний відбір проб	Щомісячний/щоквартальний відбір проб
Методи аналізу	Автоматизовані системи + лабораторний аналіз	Автоматизовані системи + лабораторний аналіз	Переважно лабораторний аналіз	Переважно лабораторний аналіз
Контрольовані параметри	>100	>45	15-20	>30
Система управління даними	Єдина централізована база даних	Інтегрована система WISE	Різні системи, часто несумісні	Частково інтегрована система
Акредитація лабораторій	Обов'язкова за ISO 17025	Обов'язкова за ISO 17025	Частково впроваджена	У процесі впровадження
Публічний доступ до даних	Повний онлайн-доступ	Повний онлайн-доступ	Обмежений доступ	Частковий онлайн-доступ
Інноваційні технології	Супутниковий моніторинг, IoT, AI	Супутниковий моніторинг, IoT, AI	Пілотні проекти	Пілотні проекти
Міжнародна співпраця	Активна	Активна	Обмежена	У процесі розвитку

Примітки:

1. IoT - Internet of Things (Інтернет речей)
2. AI - Artificial Intelligence (Штучний інтелект)
3. Для України дані враховують поточний стан реформування системи моніторингу відповідно до вимог ЄС

Джерело: складено автором на основі [86, 87, 88, 91, 92]

Пріоритетними напрямками модернізації системи екологічного моніторингу є автоматизація процесів спостереження через впровадження автоматизованих станцій контролю якості води та систем раннього попередження про забруднення. Важливим аспектом є розвиток дистанційних методів моніторингу, а саме використання безпілотних підводних апаратів, що дозволить доступ до більших за площею територій при оптимізації витрат.

Модернізація лабораторної бази повинна включати оновлення аналітичного обладнання та впровадження автоматизованих систем пробопідготовки, що дозволить розширити спектр досліджуваних показників та підвищити точність вимірювань. Процес діджиталізації має забезпечити створення єдиної бази даних, впровадження ГІС-технологій та розвиток систем моделювання і прогнозування. Удосконалення системи моніторингу потребує комплексного підходу, що включає: - оптимізацію мережі пунктів спостережень та системи управління даними; - поетапну модернізацію лабораторій та впровадження сучасних методів аналізу; - диверсифікацію джерел фінансування та залучення міжнародних грантів; - гармонізацію методик з міжнародними стандартами; - підвищення кваліфікації персоналу та забезпечення міжнародного обміну досвідом.

Реалізація цих заходів дозволить створити сучасну систему екологічного моніторингу, що відповідатиме європейським стандартам та забезпечить ефективне управління водними ресурсами України. Проведений аналіз існуючих систем екологічного моніторингу поверхневих вод виявив необхідність їх модернізації та адаптації до сучасних викликів, пов'язаних із трансформаційними змінами водних екосистем.

Для України успішність реалізації шляху соціально-економічного розвитку сьогодні перебуває у відчутній залежності від вибору ефективної структури системи необхідних інституцій. Проте першочерговим завданням на національному рівні є досягнення розуміння на всіх рівнях державного управління, що стратегія сталого розвитку є загальновизнаною і необхідною

стратегією розвитку у XXI столітті. В Україні розроблено Водна Стратегія, передумовою якої визначено дефіцит прісної води належної якості, що спостерігається в 13 областях України. Мета та цілі Водної Стратегії наведено на рисунку 2.1 [66].

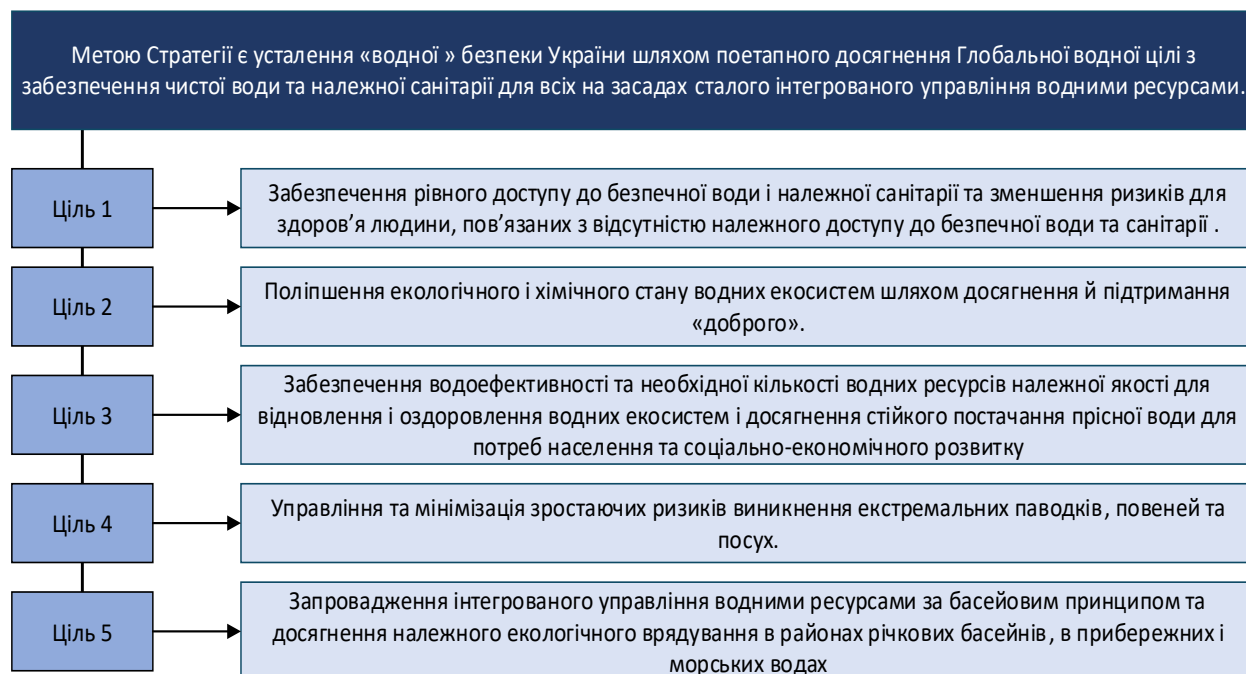


Рисунок 2.1 Мета та цілі Водної Стратегії України

Джерело: згруповано автором [66,72]

Показниками досягнення Цілі 5 Водної стратегії України на період до 2050 року «запровадження інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом та принципів Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) щодо водного врядування в районах річкових басейнів, у прибережних і морських водах» є кількість автоматизованих інформаційних систем, задіяних для прийняття управлінських рішень у сфері охорони навколишнього середовища, в галузі управління і контролю за використанням і охороною вод та відтворенням водних ресурсів, одиниць: до 2032 року необхідно ввести в експлуатацію не менше ніж 8 автоматизованих інформаційних систем у визначених законодавством районах річкових басейнів. Система державного управління у сфері охорони водних екосистем потребує невідкладного реформування і переходу до інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом [64].

В Україні відбулася модернізація системи державного моніторингу стану вод з метою погодження її з європейськими стандартами (рисунок 2.2) та впроваджуються сучасні практики управління водними ресурсами.

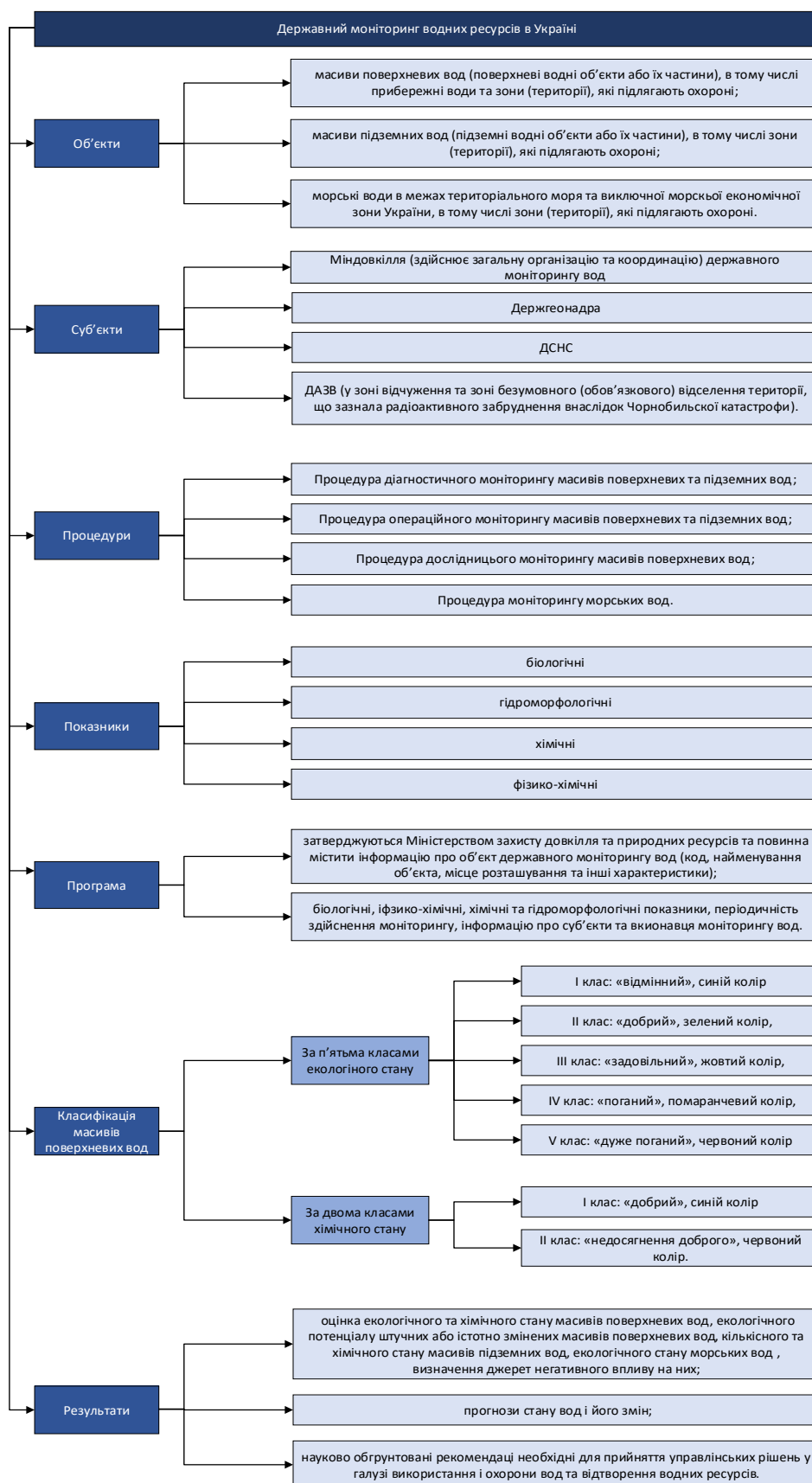


Рисунок – 2.2 Ключові характеристики системи державного екологічного моніторингу водних ресурсів в Україні

Джерело: узагальнено автором за даними [16].

Так, на виконання вимог ВРД в Україні почалося впровадження європейських підходів у сфері моніторингу водних ресурсів, що задекларовано затвердженням у 2019 р. «Порядком здійснення державного моніторингу вод». Враховуючи європейські норми, розроблено та затверджено дві нові програми моніторингу поверхневих і морських вод [16].

Інформація про якість води розпорошена між різними інстанціями (таблиця 2.3) які не є уніфікованими чи систематизованими. Така інформація не оновлюється оперативно. Відсутність єдиної системи даних часто ускладнює прийняття управлінських рішень [40].

Таблиця 2.3

Центральні органи регулювання та контролю за водним середовищем в Україні

Інстанція	Функції
Міндовкілля (Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України)	Формує політику у сфері охорони водних ресурсів, координує екологічний моніторинг, відповідає за цифровізацію екологічних даних
Державна екологічна інспекція України (ДЕІ)	Здійснює державний нагляд за дотриманням вимог щодо охорони вод, проводить перевірки, складає акти, накладає санкції
Державне агентство водних ресурсів України (ДАВР)	Веде облік водокористування, координує басейнові управління, забезпечує гідрологічний моніторинг
Центр громадського здоров'я МОЗ України	Відповідає за санітарно-гігієнічний контроль якості питної води, проводить лабораторні дослідження
Держпродспоживслужба	Контролює безпеку води для споживання, здійснює санітарно-епідеміологічний нагляд

В Україні діють наступні електронні платформи для пошуку та обміну даними:

- ЕкоСистема – національна онлайн-платформа для збору, обробки та публікації екологічних даних (включно з водою).
- Трембіта – система міжвідомчого обміну даними між державними реєстрами та інформаційними системами.
- Портал відкритих даних України – публікація екологічних масивів даних, доступних для громадськості.

Формати обміну:

- Машиночитані формати: JSON, XML, CSV (лише 40% даних доступні в такому вигляді).
- Регулярна звітність: щоквартальні та щорічні звіти між регіональними та центральними органами.
- Інтеграція з Європейськими системами: через ENI SEIS II East – екологічна інформаційна система ЄС [40].

Заходи з реалізації державної політики у галузі використання і охорони водних басейнів та відтворення водних ресурсів здійснюються у рамках державних та регіональних програм за рахунок коштів державного та місцевих бюджетів і фондів охорони навколишнього середовища.

Гідрохімічні спостереження Річними басейновими управліннями водних ресурсів включають контроль 39 показників за максимальними, мінімальними та середніми величинами із зазначенням кількості вимірювань та порівняння отриманих результатів з ГДК [74] (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4

Перелік гідрохімічних показників контролю Річними басейновими управліннями водних ресурсів України [2]

Температура	Розчин. кисень	Хлориди	Цинк
pH	% насич. O ₂	Кальцій	Нікель
Прозорість	Перм. Окислюв.	Магній	Марганець
Мутність	ХСК	Гідрокарбонати	Кадмій
Запах	БСК5	Натрій+калій	СПАР
Кольоровість	БСКП	Фосфати	Нафтопродукти
Зав. речовини	Лужність	Залізо загальне	Фосфор заг.
Амоній сольовий	Жорсткість загальна	Хром (VI)	Цезій-137
Нітрити (NO ₂)	Сухий залишок	Хром (III)	Стронцій-90

Нітрати (NO ₃)	Сульфати	Мідь	
----------------------------	----------	------	--

Моніторинг водних об'єктів в країні за санітарно-мікробіологічними і санітарно-хімічними показниками свідчать про те, що їх екологічний стан практично не покращується за останні роки. Більшість басейнів річок згідно з гігієнічною класифікацією водних об'єктів за ступенем забруднення відносяться до забруднених та дуже забруднених [26]. Діагностичний екологічний моніторинг поверхневих вод, як один із найважливіших етапів розробки Плану управління річковим басейном (ПУРБ) розпочато серед річкових басейнів України за новим законодавством та європейськими вимогами. Діагностичний моніторинг здійснюється для визначення основних антропогенних впливів на стан водних об'єктів, оцінки змін, викликаних антропогенними чинниками, та розроблення програми державного екологічного моніторингу водних ресурсів. Відповідно до сучасних вимог Держводагентством здійснюється трансформація існуючої системи екологічного моніторингу з розподілом функцій між існуючими лабораторіями та уникнення їх дублювання.

В Україні, як і в ЄС, все більше уваги приділяється використанню екологічних індикаторів для оцінки прогресу у досягненні екологічних цілей на різних рівнях – від окремих підприємств до національної економіки. Гармонізація систем екологічної звітності та використання спільних екологічних індикаторів є важливим напрямком співпраці між Україною та ЄС. Екологічний індикатор можна визначити як показник, що відображає стан або зміну певного екологічного аспекту або умови. Індикатори можуть бути різними за своєю природою та масштабом.

Паляничко Н.І. вважає, що з урахуванням закордонного досвіду для покращення системи управління водними ресурсами в Україні, рекомендується реформувати тарифну політику, стимулювати інвестиції, субсидії та гранти, сприяти міжнародній співпраці (рисунку 2.4). Ці заходи націлені на створення стабільної та ефективної системи управління водними ресурсами, яка враховуватиме принципи сталого розвитку, забезпечить економічну ефективність та екологічну безпеку [52].

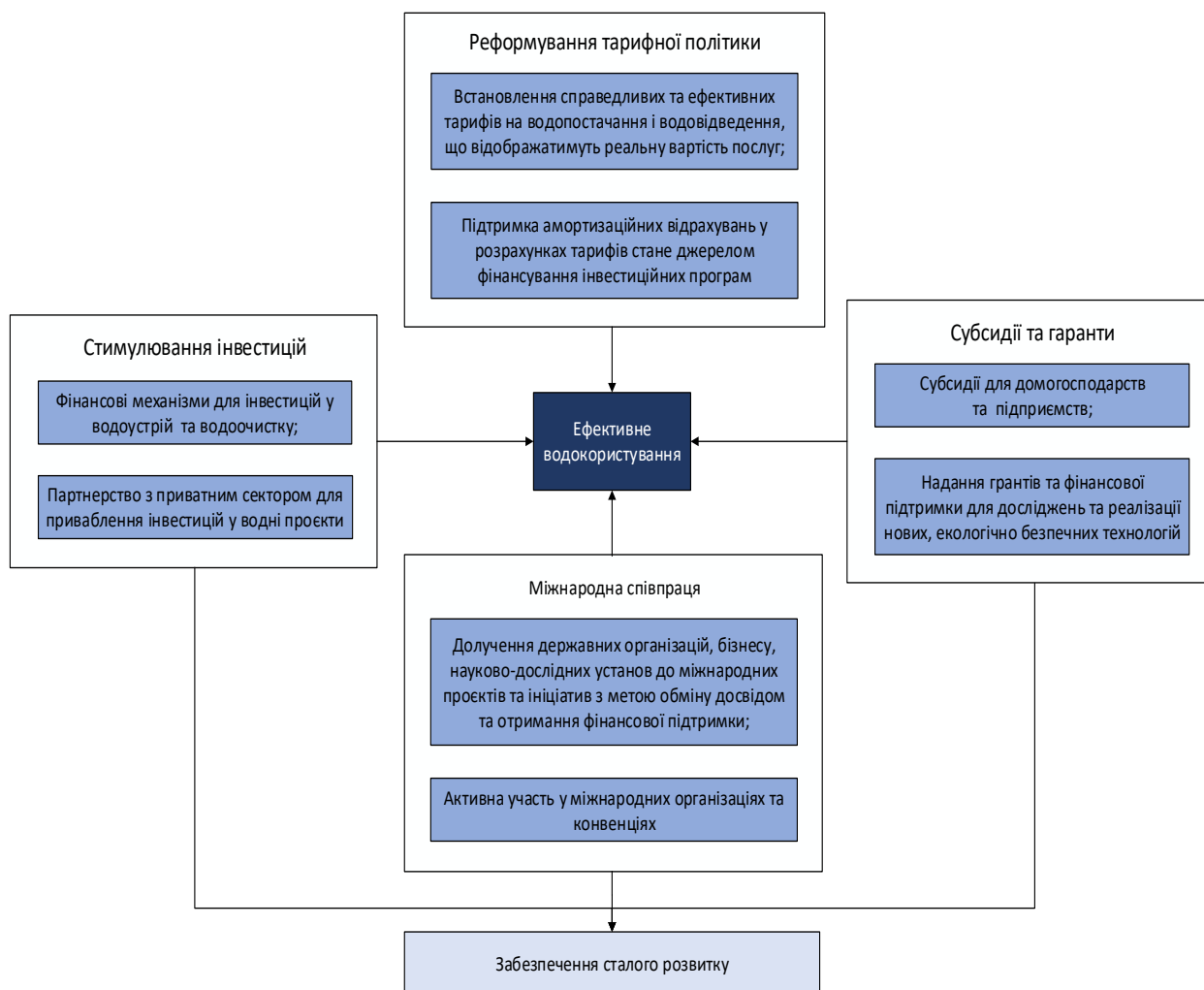


Рисунок 2.4 – Напрями покращення системи управління водними ресурсами в Україні. Джерело: розроблено автором

Кожний напрямок оцінювання на аналітичному ринку має свої переваги та недоліки. Проведення SWOT-аналізу за своєю сутністю надає можливість виявити слабкі та сильні сторони якісного інформаційного забезпечення екологічного оцінювання територій сформованих басейнів, які потребують найбільшої уваги та зусиль респондентів-наповнювачів вказаної інформації. Так, перед початковим етапом SWOT-аналізу необхідно комплексно вивчити ймовірні загрози та можливості, що стоять перед виробниками екологічної та управлінської інформації та, як наслідок, з'ясувати: які загрози будуть найбільш ймовірними і які ризики вони будуть спричиняти. Саме на вказані загрози слід звернути належну увагу та сконцентрувати усі зусилля на їх усунення.

Невід’ємною складовою даного аналізу є здійснення внутрішнього аудиту та аудиту впливу зовнішніх факторів на наповнення екологічної інформаційної бази, що є основою для здійснення оцінювання. Відповідно до методології проведення ситуаційного аналізу та побудови матриці SWOT-аналізу, на першому етапі окреслюються найбільш важливі параметри, на основі яких здійснюється дослідження сильних та слабких сторін внутрішнього середовища. Проведений аудит можливостей і загроз зовнішнього середовища для розвитку та формування інформаційних баз даних наведених на рисунку 2.5 [32].



Рисунок 2.5 – Аудит можливостей і загроз зовнішнього середовища.

Джерело: створено та побудовано автором

Другий етап проведення SWOT-аналізу передбачає безпосередньо побудову матриці, а також внесення до неї результатів аналізу щодо сильних та слабких сторін впливу внутрішнього середовища (таблиці 2.5 та 2.6). Наступним етапом дослідження є проведення аналізу шляхом групування виявлених у

процесі аналізу можливостей та загроз за їх пріоритетністю та необхідністю концентрації зусиль.

Таблиця 2.5

Матриця SWOT-аналізу екологічної оцінки

Можливості	Загрози
Зростання попиту на затребувану екологічну інформацію, зокрема щодо викидів забруднюючих речовин до водойм басейну	Складна еколого-економічна ситуація із за нестачі фінансування відстрочує збір інформації щодо нових затребуваних індикаторів та зміни клімату й адаптації до цих змін
Комплексна програма щодо створення та розвитку басейнових управлінь	Можливе скорочення фінансування на розвиток інформаційного забезпечення екологічних служб
Зростання інтересів до екологічних індикаторів та впливу на навколишнє природне середовище економіки, міжнародних організацій та інвестиційних компаній	Адаптація методологічних засад, методик та матриці формування очагів забруднювання водойм
Удосконалення законодавчої бази щодо забруднювачів	Непрофесійне трактування мікроданих при оцінці інформаційних потоків
Налагодження співпраці з науковими організаціями сприятиме впровадженню сучасних методів збору інформації та проведенні оцінці	Низька заробітна плата професіональних бізнес-аналітиків у сфері екології та спеціалістів зі зміни клімату і адаптації до цих змін
Зростання попиту на еко-інформацію за джерелами забруднення	Неспівставність наявної офіційної статистичної інформації та адміністративних джерел утворення інформації
Використання технічної допомоги за програмами міжнародного співробітництва	Недостатній рівень онлайн-систем та реєстрів в органах які володіють інформацією щодо розвитку водних екосистем

Джерело: розроблено та побудовано автором

Так, за результатами та на підставі проведеного SWOT-аналізу створено матриці зовнішніх загроз і можливостей інформаційно-аналітичних баз, викладених на рис. 2.6 та у таблиці 2.7

Ймовірність реалізації загроз: висока (В); середня (С); Низька (Н). Загроза військової кризи, яка затянулася на невизначений термін призвела до погіршення економічної ситуації в країні (зокрема через недостатнє фінансування) що в свою чергу призвело до відтермінування процесу впровадження нових джерел інформації, а також процесу адаптації до європейських метаданих.

Сильні та слабкі сторони внутрішнього середовища

Сильні сторони	Слабкі сторони
Стрімкий розвиток великих даних, реєстрів (зокрема реєстрів забруднювачів) сприятиме поширенню різних методів збору інформації	Відсутність методологів та аналітиків в штатах басейнових управлінь
Технічне переоснащення системи інформаційного забезпечення забезпечить безперебійний доступ до інформації	Майже відсутній потенціал екометодологів та аналітиків в галузі екології та з питань моніторингу та відновлення водних ресурсів
Впровадження в інформаційно-аналітичну систему міжнародних методологій, класифікацій, реєстрів і стандартів	Недостатня популяризація використання еко-стандартів ВРД як основних трендів розвитку водних екосистем
Запровадження нових методів дослідження екоявищ задля зростання якості діючих інформаційних потоків та вивчення нових показників для проведення наукових досліджень	Недостатнє забезпечення рівня розвитку систем метаданих щодо індикаторів екологічного моніторингу водних ресурсів басейну
Взаємообмін інформації між респондентами та користувачами екологічної інформації	Низький рівень володіння іноземною мовою фахівців та аналітиків не надає повного доступу до повноцінного розуміння міжнародних методологій та стандартів та інших нормативно-правових актів, зокрема з питань ВРД
Взаємодія власників інформації із розпорядниками управлінської інформації та управлінських ресурсів	Організаційна та методологічна особливості офіційної екологічної інформації не в повній мірі забезпечує інтеграцію даних
Співпраця власників інформаційних потоків із респондентами даних, на основі яких ці потоки наповнюються надасть можливість покращити якість показників та розширити охопленість явища	Проблема залучення додаткових фінансових ресурсів на відповідний розвиток та модернізацію
Удосконалення професійних навичок та обмін успішним досвідом	Відсутність фінансового стимулювання створює негативне відношення до процесу підвищення та удосконалення навичок та знань
	Низький рівень екологічної культури населення
	Відсутність єдиної бази інфраструктурних проєктів.
	Неефективне використання інноваційного потенціалу
	Погіршення екологічної та техногенної ситуації в країні

Джерело: розроблено та побудовано автором

Продовжує існувати неможливість проведення додаткових розрахунків, особливо в даних щодо екологічного моніторингу водних ресурсів та природокристування, які нададуть затребувані та відсутні показники щодо впливу на екологію, а також оцінять болючі питання зміни клімату.

Таблиця 2.7

Матриця зовнішніх можливостей

Імовірність використання можливостей	Вплив можливостей		
	Сильний (С)	Помірний (П)	Незначний (Н)
Висока (В)	(В/С) Тісне співробітництво з науковими установами, що забезпечить інноваційний підхід в проведенні екологічного моніторингу водних ресурсів	(В/П) Удосконалення метаданих	(В/Н) Зростання інтересу громадських організацій до еко-інформації
	(В/С) Державна підтримка розробок комплексу ефективних технологій зниження антропогенного впливу на стан водних об'єктів		(В/Н) Підвищення рівня екологічної свідомості населення і залучення громадськості та громадських організацій до практичних дій для збереження і відновлення водних ресурсів
Середня (С)	(С/С) Підвищений попит на інформацію щодо екологічного стану водойм організацій та інвесторів	(С/П) Приведення нормативно-закондавчої бази у відповідність до європейських стандартів	(С/Н) Збільшення запитуваної інформації щодо впливу
	(С/С) Міжнародна підтримка проектів сталого економічного розвитку	(С/П) Залучення іноземних фахівців для консультацій у пілотних проектах	
Низька (Н)	(Н/С) Покращення якості адміністративної інформації	(Н/П)	(Н/Н)

Джерело: розроблено та побудовано автором

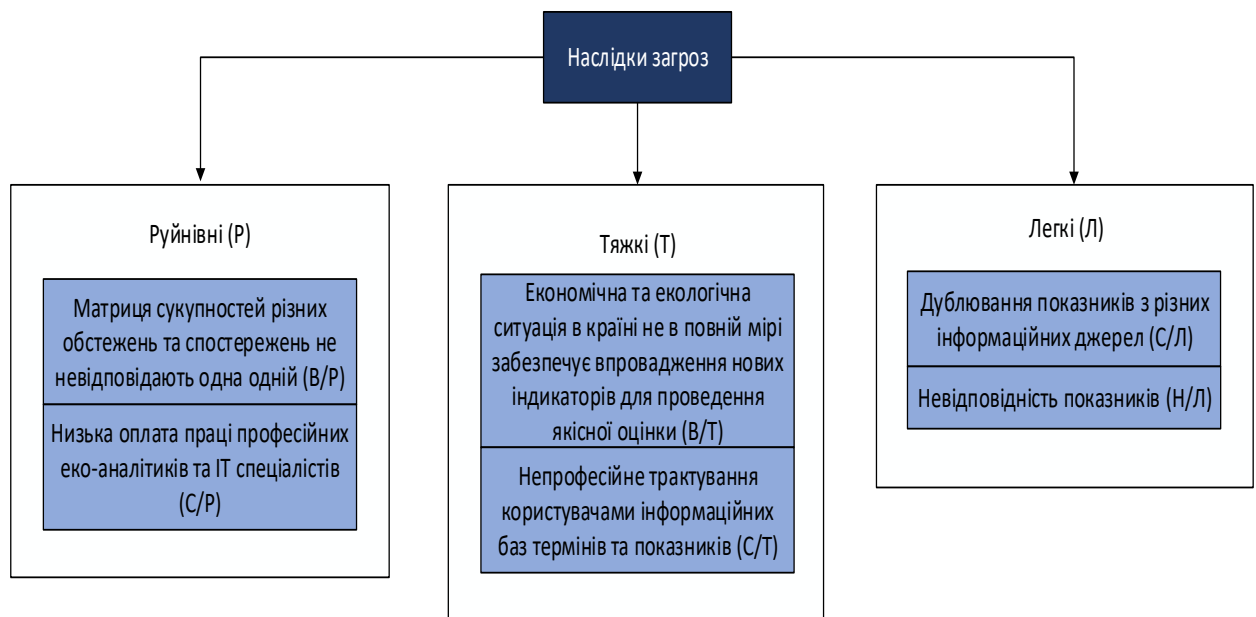


Рисунок 2.6 – Матриця зовнішніх загроз. Джерело: розроблено та побудовано автором

Головною загрозою наявних інформаційних потоків є те, що різні джерела інформації щодо екологічного стану територій водних басейнів у подальшому використанні можуть призводити до неповноцінного охоплення екологічними спостереженнями та обстеженнями об'єктів дослідження та неякісного трактування показників й оперування недостовірною інформацією щодо впливу використання водних ресурсів на стан довкілля.

2.2 Світовий досвід управління екологічним моніторингом стану використання водних ресурсів

Дослідження практик управління екологічним станом поверхневих водних об'єктів показує зростаючу тенденцію до впровадження нових підходів у всьому світі. Для систематизації та порівняння різних аспектів регіональних підходів до управління водними ресурсами було розроблено порівняльну таблицю (таблиця 2.8), яка охоплює п'ять ключових критеріїв: нормативно-правове забезпечення, фундаментальні принципи, системи екологічного моніторингу, механізми управління та залучення заінтересованих сторін.

Таблиця 2.8

Порівняльна характеристика міжнародних практик управління водними
ресурсами

Критерій оцінювання	Європейський Союз (WFD)	Сполучені Штати Америки	Канада	Країни Азії
Нормативно-правове забезпечення	Водна рамкова директива 2000/60/EC	Clean Water Act, Safe Drinking Water Act	Canada Water Act, Federal Water Policy	Національні водні закони
Фундаментальні принципи	Інтегрований підхід до управління басейнами річок; Екосистемний підхід; Економічні механізми регулювання; Принцип «забруднювач платить»	Watershed Approach; Екосистемне управління; Науково обґрунтоване прийняття рішень; Громадська участь	Інтегроване управління водозборами; Адаптивне планування; Екосистемні послуги; Співпраця з громадами	Інноваційні технології; Ефективність використання ресурсів; Інтеграція з урбаністичним розвитком
Система екологічного моніторингу	Уніфікована система індикаторів; Міжкалібраційні процедури; Регулярна звітність	Комплексний моніторинг стану вод; Система раннього оповіщення; Громадський моніторинг	Інтегрований екологічний моніторинг; Наукові дослідження; Залучення громадськості	Автоматизовані системи контролю; Смарт-технології; Дистанційне зондування
Механізми управління	Шестирічний цикл планування; Регулярний перегляд цілей; Інтеграція нових даних	Постійна оцінка ефективності; Коригування програм; Гнучке планування	Адаптація до кліматичних змін; Інтеграція традиційних знань; Експериментальне управління	Оперативне реагування; Технологічна адаптація; Інноваційні рішення
Залучення стейкхолдерів	Публічні консультації; Активна участь громадськості; Міжнародна співпраця	Партнерство з громадами; Міжвідомча взаємодія; Просвітницькі програми	Взаємодія з корінними народами; Громадські ініціативи; Наукова співпраця	Державно-приватне партнерство; Міжнародна кооперація; Інноваційні платформи

Джерело: розроблено автором на основі [89, 90, 93, 100, 101]

Досвід Франції показує, що навіть після трьох генерацій та виконання планів управління річковими басейнами французькі водні агентства можуть

забезпечити належний екологічний моніторинг лише для 80% водних екосистем [104].

Однією з країн, які активно розвивають та впроваджують інноваційні технології для забезпечення екологічної стабільності та зменшення впливу на довкілля, є Німеччина. Підприємства в Німеччині повинні вести електронний облік щодо викидів і використання ресурсів, що дозволяє контролювати їхню діяльність. Електронні системи обліку викидів та такі технологічні ресурси цієї країни, як електронні реєстри, автоматизоване відстеження, стандартизація даних, відіграють важливу роль у забезпеченні прозорості та контролю за екологічною діяльністю компаній. Зазначені системи обліку є частиною загальнодержавної стратегії Німеччини щодо збереження довкілля та підтримки сталого розвитку. Їх успішність базується на комбінації технологічних інновацій, активного контролю з боку органів влади та залучення громадськості.

Водний управлінський сектор Канади використовує розподілені системи моніторингу водних ресурсів для вимірювання якості води та виявлення порушень. Також у Канаді впроваджено електронні системи звітності для підприємств, з викидами шкідливих речовин, що допомагають в ефективному контролі за їх діяльністю.

Можливості ГІС у діяльності екологічних агентств США активно використовуються для виявлення незаконного скиду відходів та інших порушень екологічного законодавства. ГІС дозволяє збирати, аналізувати та візуалізувати геопросторову інформацію, що сприяє екологам в ефективній боротьбі з екологічними порушеннями. Зібрана інформація конвертується в діджитал формат, і на її основі створюються діджитал карти, які містять інформацію про водні джерела, екологічно чутливі зони та інше. Зазначені системи використовують для планування маршрутів патрулювання та екологічного моніторингу. Використання ГІС дозволяє фахівцям ефективно контролювати великі території, дистанційно здійснювати моніторинг та подальший аналіз водойм з метою виявлення забруднень водних об'єктів та інших незаконних впливів на довкілля [41].

В Італії водні баланси застосовуються Управлінням річкових басейнів відповідно до статті 145 Законодавчого декрету 152/2006. Водні баланси розроблено на основі вказівок, передбачених Постановою Міністерства довкілля від 28 липня 2004 р. Баланс водних ресурсів – це інструмент, який регулярно використовується у Словаччині для оцінювання реального стану користування водними ресурсами. Для визначення кількісного балансу водних екосистем поверхневих вод одним із ключових параметрів є мінімальний стік, який розглядається як необхідний. Водні баланси в Австрії застосовуються на високих рівнях просторової та часової оцінки, тобто – по всій країні на основі довгострокових середньорічних значень (наприклад 1991-2025 рр.) опадів, притоку, відтоку з урахуванням впливу промисловості, комунального та сільського господарства [45].

Система управління та екологічного моніторингу якістю вод у Чехії і Словаччині, а також Угорщини, Румунії і Болгарії пов'язана на багатосторонній Угоді в області екологічної оцінки якості поверхневих вод та співпраці з управлінням якістю вод в межах річкового басейну Дунаю.

В Польщі активно впроваджуються вимоги ВРД щодо управління водними ресурсами за басейновим принципом. В країні виділено два окремих річкових басейни (Вісла та Одер), при оцінці яких запроваджуються вимоги здійснення екологічного моніторингу вод за відповідними показниками.

В Японії при оцінці якості вод застосовуються критерії вибору водних організмів, найбільш придатних для цілей екологічного моніторингу. Вони мають певні переваги і недоліки щодо контролю якості води з використанням біологічних методів.

В Індії діє система екологічного моніторингу річок, яка включає хімічні, біологічні і бактеріологічні параметри. Групи параметрів, які стосуються специфічних аспектів забруднення, узагальнюються в 9 індексів та представляються у вигляді діаграм [7].

У Польщі індекс водних ресурсів на душу населення має одне з найнижчих значень в Європі.

Крім того, водні ресурси характеризуються значними часовими та просторовими варіаціями. Загальна Методологія водного балансу була розроблена у 1990-х рр. та оновлена у 2008 році з метою реалізації ВРД, розроблення Планів управління районами річкових басейнів (ПУРБ). Водні баланси, що визначаються як порівняння водних ресурсів та потреб водокористувачів з точки зору кількості та якості води, були розроблені в Польщі в кількох просторових масштабах:

- райони річкових басейнів;
- баланс підземних вод та річкові водозбори, зазначені в ПУРБ як ризики недосагнення доброго статусу (стану).

Водні баланси розраховуються шляхом моделювання розподілу води між різними користувачами. Вони враховують потреби водних та залежних від води екосистем, взаємозв'язок між поверхневими та ґрунтовими водами, а також впливи, які гідротехнічні споруди мають на ресурси поверхневих вод. Розподіл води ґрунтується на заздалегідь визначених пріоритетах водокористувачів, де основні вимоги до екологічного стоку є найважливішими в ієрархії. Для водогосподарського управління найбільш цінними є результати моделювання водного балансу, що виявляють невідповідність між водними ресурсами та потребами [45].

Управління екологічним моніторингом водних ресурсів у Франції, Литві та Польщі має спільні риси з німецькою моделлю, оскільки всі три держави є членами Європейського Союзу і, відповідно, інтегрують положення ВРД (Директива 2000/60/ЕС) у свої національні правові системи. Основним спільним елементом є басейновий підхід, принцип інтегрованого екологічного управління водними ресурсами та обов'язковість розробки планів управління для кожного басейну. Так само, як і в Німеччині, управління у цих країнах характеризується багаторівневою структурою, поєднанням державного, регіонального та місцевого рівнів, а також участю громадськості у процесах прийняття рішень. [53]

У Литві структура екологічного управління водними ресурсами побудована відповідно до європейських вимог, але має компактніший характер через менші географічні масштаби. Основну роль виконує Міністерство довкілля та підпорядковані йому агентства, зокрема Агентство довкілля (Aplinkos apsaugos agentūra), яке відповідає за екологічний моніторинг якості води, видачу дозволів і реалізацію планів управління річковими басейнами. Як і у Німеччині, плани управління формуються за басейновим принципом, але литовська система відзначається більшою централізацією [99]. Водночас Литва демонструє інноваційний підхід у сфері цифровізації екологічного моніторингу водних ресурсів: країна активно розвиває інтегровані інформаційні системи, що забезпечують відкритий доступ до даних про якість води, дозволи на водокористування та екологічний стан водойм. Цей аспект – прозора цифрова екосистема даних – поки що менш розвинений у Польщі чи Німеччині, де дані часто фрагментовані за відомствами.

Аналіз зарубіжних публікацій з екологічного моніторингу водних ресурсів дозволяє стверджувати, що отримані дані з екологічного моніторингу також можуть передаватися між агентствами зі схожими або різними цілями. У випадку річки Рейн, влада Швейцарії здійснює моніторинг раннього попередження щодо забруднення у верхній частині річки. Інформація передається до країн, що знаходяться нижче за течією [15].

Аналіз даних наведених в таблиці 2.7 дозволяє зробити висновок про наявність як спільних рис, так і суттєвих відмінностей у підходах різних регіонів до управління водними ресурсами. Спільними рисами є орієнтація на екосистемний підхід, важливість моніторингу та залучення громадськості. Відмінності проявляються у механізмах реалізації цих принципів, рівні технологічності та специфіці залучення заінтересованих сторін. Європейський підхід вирізняється найбільш розвиненою нормативно-правовою базою та стандартизованими процедурами. Американська модель демонструє найбільшу гнучкість у залученні громадськості та використанні наукових даних. Канадський досвід показує успішну інтеграцію традиційних знань з сучасними

методами управління. Азійські практики лідирують у впровадженні інноваційних технологічних рішень.

Проведений аналіз свідчить про важливість адаптації найкращих міжнародних практик до локальних умов та потреб, враховуючи специфіку водних ресурсів,

Чинна система екологічного моніторингу України ще не повністю відповідає міжнародним вимогам. Моніторинг водних ресурсів є важливим інструментом ефективного управління якістю природного середовища, своєчасного запобігання шкідливому впливу забруднювачів, а також широкого інформування громадськості про стан і тенденції до змінення довкілля. Крім того, сучасну нормативну базу оцінювання якості поверхневих вод недостатньо інтегровано з нормативною базою передових європейських країн, а в Україні впродовж останніх років, відповідно до постанов уряду, здійснюють гармонізацію національних природоохоронних нормативних документів із відповідними нормативними документами членів ЄС [5, стор. 84].

Діджиталізація управління водними ресурсами є ще одним важливим напрямом, який варто перейняти з досвіду країн ЄС. Інтеграція систем збору, обробки та оприлюднення даних про стан водних ресурсів на основі єдиної відкритої цифрової платформи сприятиме прозорості, підвищить якість прийняття управлінських рішень і забезпечить оперативний доступ до достовірної інформації. Така система має об'єднувати дані проведення екологічного моніторингу якості вод, водозаборів, забруднення та ефективності програм заходів. Україна може використати досвід Франції та Німеччини, де впроваджені сучасні автоматизовані системи спостереження та відкриті портали для громадян і науковців [53].

2.3 Особливості Європейської водної рамкової директиви

Ухвалена 2000 р. ВРД ЄС є законодавчою базою для управління екологічною безпекою водних ресурсів у Європі (на членів ЄС покладено

обов'язок упроваджувати це законодавство). ВРД визначає основні принципи управління водними ресурсами та шляхи досягнення доброго екологічного стану поверхневих вод і безпечного стану річок та водойм. Одним із головних принципів, викладених у директиві, є інтегрована басейнова модель управління водними ресурсами, що передбачає спільні дії всіх держав, розміщених у басейнах річок [5, стор. 12-13].

У ст. 8 ВРД сформульовано завдання з організації моніторингу вод, де основна мета – виконувати погоджений і всебічний огляд кожного річкового басейну для оцінювання його екологічного та хімічного стану. На відміну від чинної в Україні системи екологічного моніторингу водних ресурсів, у ВРД застосовано принцип багаторівневого моніторингу, що істотно різниться за цілями та містить контрольний (*surveillance*), робочий (*operational*) та дослідницький (*investigative*) моніторинги. [5, стор. 88].

Перехід до нових підходів у дослідженні стану водних об'єктів, які відповідають вимогам Директиви ЄС, дозволить отримувати точні та актуальні дані для своєчасного управління басейнами річок. Вдосконалення нормативно-правового забезпечення моніторингу стану водних ресурсів і впровадження європейських практик управління водними ресурсами в Україні сприятиме підвищенню рівня екологічної безпеки водних ресурсів завдяки постійному нагляду, виявленню «вузьких» місць та розробці програм щодо поліпшення кількісного та якісного стану водних об'єктів, їх відновлення та збереження. [16].

Серед основних заходів реалізації цілей Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС є застосування економічних інструментів, що спрямовані на відшкодування витрат, пов'язаних з наданням послуг у сфері водокористування. Формування екологічно виправданої й економічно ефективної мережі пунктів спостережень екологічного моніторингу поверхневих вод є актуальним завданням в умовах переходу до інтегрованого управління водними ресурсами та впровадження положень Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу. [5, стор. 90].

Основна вимога Водної Рамкової Директиви – це комплексне планування управління водами на основі басейнового підходу, яке передбачає:

- екологічний моніторинг якості та кількості води;
- оцінювання потреб суспільства у воді та вплив діяльності людини на водні басейни;
- установлення цілей;
- розроблення програм, спрямованих на досягнення цілей;
- відкритість, консультації з громадськістю для ухвалення рішень;
- моніторинг і звітність про виконання ВРД.

Переваги від упровадження Водної Рамкової Директиви:

- координований підхід, який досягнуто через поєднання управління поверхневими водами та управління підземними водами;
- уникнення нестачі та екологічних втрат через надмірне споживання води.

Досягається за допомогою приведення якості води до відповідних вимог;

- раціональне та стійке використання водних ресурсів без забруднення за допомогою економічних механізмів;
- запобігання управлінню на основі додержання адміністративних меж.

У «Порядку здійснення державного моніторингу вод» наведені показники та періодичність здійснення різних видів моніторингу для різних типів водних об'єктів і 89 суб'єктів моніторингу. Екологічний моніторинг проводиться за біологічними, гідроморфологічними, хімічними та фізико-хімічними показниками (рис. 2.7). Встановлюється шестирічний цикл проведення моніторингу водних об'єктів.

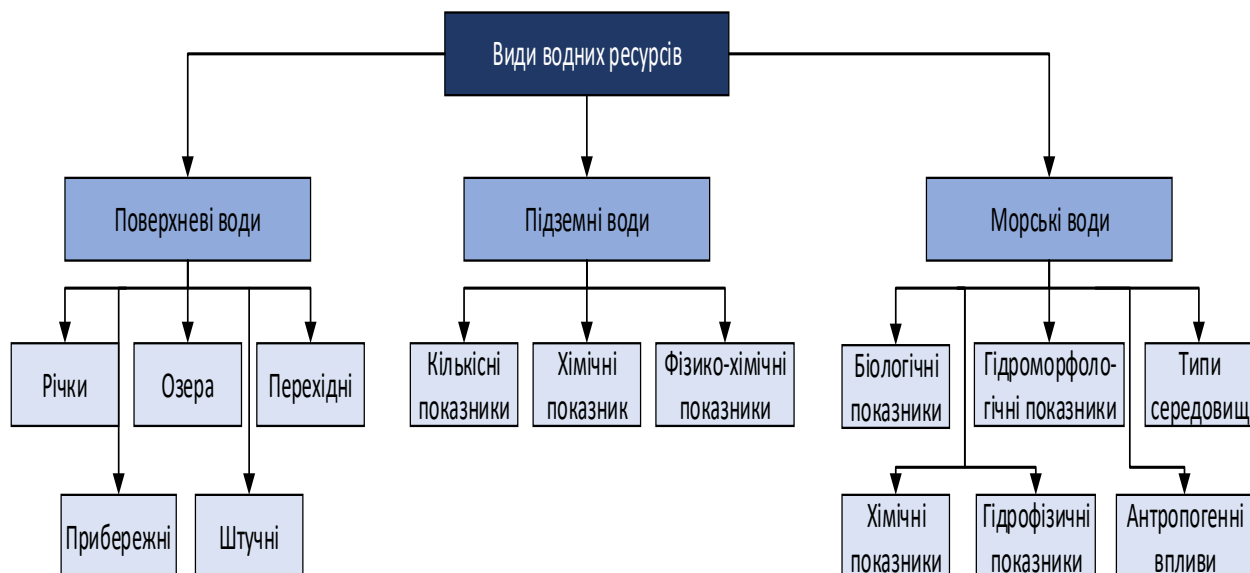


Рисунок 2.7 – Показники, які визначаються під час моніторингу вод

Однією з головних цілей Водної Рамкової Директиви є: збереження, відтворення й повернення у водний масив тих живих організмів, які мешкають або мешкали в цьому водному масиві. Отже, оцінювання стану водного об'єкта відбувається насамперед за біологічними показниками [47].

ЄС має розвинену систему екологічного законодавства, що охоплює широкий спектр питань, від охорони атмосферного повітря та водних ресурсів до управління відходами, збереження біорізноманіття та контролю за промисловими забрудненнями. Ключову роль відіграють директиви ЄС, які встановлюють обов'язкові для виконання цілі, але залишають державам-членам право вибору способів їх досягнення через національне законодавство.

Важливим є не лише наявність законодавства, але й ефективний механізм його виконання, включаючи контроль, інспекції та застосування санкцій за порушення. Водне європейське законодавство базується на ВРД ЄС 2000/60/ЄС, що в майбутньому повинна замінити всі інші, та великому переліку взаємопов'язаних директив (рисунок 2.8) [82].

Імплементація Європейської директиви щодо рамкового водного менеджменту (ВРД) в Німеччині відбувається через розробку та впровадження

Плану управління басейнами річок, які охоплюють як поверхневі, так і підземні води та закріплюють циклічність планування, моніторингу й коригування заходів.

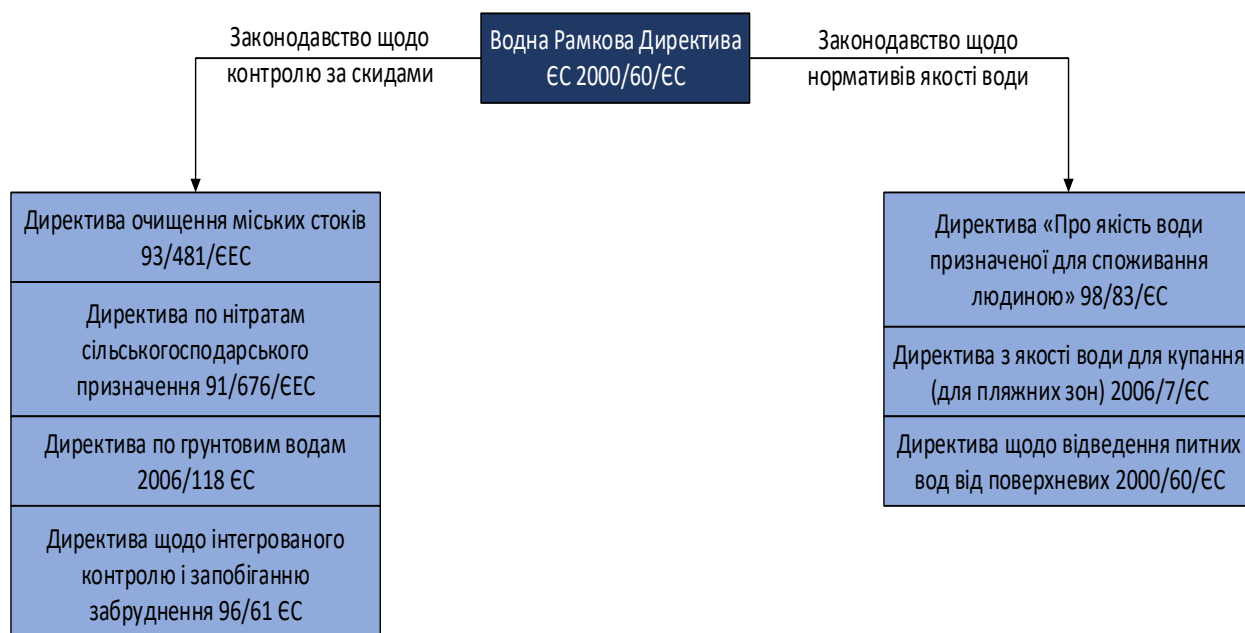


Рисунок 2.8 – Основні складові Європейського водного законодавства

Управління за басейновим принципом у німецькому контексті підкреслює природні гідрологічні межі в протизагу адміністративним кордонам і потребує координації між землями, федеральними службами та транскордонними партнерами. Оцінки стану водних об'єктів і якісні індикатори, що застосовуються в цих планах, вказують на поступове просування до встановлених цілей, але також демонструють розбіжності в якості екологічного моніторингу та виконанні заходів між регіонами [107].

ВРД ЄС передбачено, що програма моніторингу має надавати можливість порівнювати екологічний стан із референтними умовами, а не тільки відображати ступінь впливу окремих речовин, тому вбачають за доцільне надалі, під час упровадження положень ВРД у практику екологічного моніторингу вод, побудови мережі пунктів спостережень обмежитися тільки одним створом нижче від джерела забруднення, оскільки для кожної водойми та водотоку

будуть значення показників умісту хімічних речовин та інших характеристик води за референтних [5, стор. 92].

На теперішній час Україною виконано значну роботу з імплементації законодавства ЄС у сфері водної політики. Перелік нормативно-правових документів, якими впроваджено норми ДРВ в Україні, наведено в Додатку А.

Прийняття «Закону України № 1641 -VIII від 4 жовтня 2016 року «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом» фактично адаптує українське законодавство до вимог «Водної Рамкової Директиви ЄС» і відкриває шлях для впровадження механізмів управління водними ресурсами згідно з басейновим принципом. Документ також передбачає активну участь громадян та їхніх об'єднань у процесі підготовки Планів управління річковими басейнами, а також запровадження гідрографічного та водогосподарського районування країни. Однією з основ впровадження принципів інтегрованого управління водними ресурсами є державний екологічний моніторинг вод.

З 2019 року в Україні запроваджено європейський підхід до моніторингу вод відповідно до вимог «Водної Рамкової Директиви 2000/60/ЄС». Зокрема, «Постановою Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 року № 785» встановлено новий порядок проведення державного моніторингу вод, який визначає чіткий розподіл обов'язків між суб'єктами екологічного моніторингу та усуває дублювання функцій. Також введено нові показники, які раніше не вимірювалися в Україні, зокрема пріоритетні, гідроморфологічні та біологічні [58].

Усі результати моніторингових досліджень планується публікувати на онлайн-карті «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України», де мітки різних кольорів відображають екологічний стан водойм. Найбільш важливішим документом в контексті виконання міжнародних зобов'язань у сфері водної безпеки, а також в рамках «Угоди про асоціацію з ЄС» і «Резолюції Генеральної Асамблеї ООН щодо Глобальних цілей сталого розвитку до 2030

року для України», є затверджена у 2022 році «Водна стратегія України до 2050 року» [11].

Екологічна політика ЄС є сферою політики в цілому, в якій ЄС має далекосяжні повноваження. Цілями екологічної політики ЄС є:

- збереження та захист довкілля та покращення його якості;
- захист здоров'я людей;
- дбайливе та раціональне використання природних ресурсів;
- сприяння діям на міжнародному рівні для вирішення регіональних чи глобальних екологічних проблем та, зокрема, для адаптації до змін клімату.

Європейське агентство з довкілля (далі ЄАД) є структурою ЄС, яка надає незалежну інформацію про охорону довкілля. ЄАД на основі отриманих достовірних даних проводить оцінювання щодо широкого кола питань - від біорізноманіття, якості повітря та водних ресурсів до змін клімату. Відповідно до регламенту, ЄАД публікує свій флагманський звіт «Стан та перспективи навколишнього середовища Європи», який є комплексним оцінюванням, аналізом тенденцій, прогресу у досягненні цілей, а також прогнозом на середньострокову та довгострокову перспективу. Це допомагає відстежувати прогрес у деяких галузях, або вказувати на інші галузі, в яких необхідні додаткові зусилля. Європейська мережа інформації та спостережень за довкіллям (Eionet) є партнерською мережею ЄАД, яка відповідає за розвиток її мережі та координацію діяльності [77].

Незважаючи на те, що країнами ЄС впроваджено низку заходів для послаблення негативного впливу на водні екосистеми, рівень екологічної безпеки водних ресурсів залишається незадовільним. На сьогодні лише 40% поверхневих водойм Європи перебувають у належному екологічному стані, що зумовлює необхідність впровадження інноваційних підходів до їх охорони, реалізації проєктів з очищення, раціонального водокористування з метою покращення екологічного стану прісноводних та морських середовищ [16]

ЄС приділяє велику увагу забезпеченню прозорості в екологічних питаннях, надаючи громадськості право на доступ до екологічної інформації та можливість

брати участь у процесі прийняття екологічно значущих рішень (що, зокрема, відображено в Оргуській конвенції).

Басейновий підхід у практиці ЄС означає, що адміністративні кордони поступаються перед природними гідрологічними межами: плани басейнового управління охоплюють повні басейни річок або їхні підбасейни та координують дії між різними рівнями влади й секторами економіки. Такий підхід дозволяє врахувати транскордонні аспекти водокористування, цілісність екосистем та взаємозалежність якісних і кількісних показників води. ЄАД фіксує, що запровадження басейнових планів управління є ключовим інструментом реалізації директиви, проте одночасно вказує на системні затримки у виконанні планів у ряді країн та різну якість екологічного моніторингу [106].

В даний час водні річні баланси розроблені далеко не для всіх водозборів Європи. Причини, які можуть пояснити цю ситуацію, такі:

- відсутність водного дисбалансу, тобто для багатьох водозборів розроблення водного балансу є невиправданою;
- відсутність екологічного моніторингу окремих компонентів гідрологічного циклу та єдиної методології їх об'єднання у загальну структуру;
- відсутність інформації для оцінювання основних компонентів водного балансу з достатньою точністю у просторових та часових масштабах;
- традиційне управління водними ресурсами на основі локального досвіду.

Проте водні організації різних країн Європи мають досвід застосування (повного або часткового) водних балансів або систем оцінювання, які схожі з водними балансами. [45]. В країнах ЄС ціни на водні послуги формуються на основі податків (як обов'язкових односторонніх платежів органам державного управління), водного тарифу (як ціни води, що подається державними або приватними компаніями споживачам) і водних платежів (незначних платежів щодо специфічного обслуговування). В умовах євроінтеграційних процесів важливо дослідити досвід розвинутих європейських країн у культурі поводження з водними ресурсами та створенні умов до їх відтворення. Основоположні

принципи політики поводження з водними ресурсами в Євросоюзі наведені на рисунку 2.9. [31]



Рисунок 2.9 – Принципи поводження з водними ресурсами, визначені Водною Рамковою Директивою 2000/60/ЄС

ВРД є основою для спільної політики ЄС у сфері водних ресурсів. Це базовий елемент європейських правил, що стосуються захисту поверхневих водних ресурсів: річок, водойм, перехідних та прибережних вод, а також підземних вод. Ця директива спрямована на запобігання та скорочення забруднення води, сприяння її сталому використанню, захист довкілля, покращення стану водних екосистем та пом'якшення наслідків повеней та посухи [76].

Реалізація державами ЄС басейнового принципу управління водними ресурсами і раніше використовувалась, проте тільки при офіційному прийнятті Водної Рамкової Директиви річкові басейни стали основною концепцією в управлінні водними ресурсами. Діяльність ЄС у галузі охорони довкілля реалізується через так звані програми дій з охорони довкілля. За допомогою програми дій з охорони довкілля ЄС визначає

середньострокові цілі європейської екологічної політики на кілька років. Всього в ЄС було прийнято вісім програм дій з охорони довкілля. Водна рамкова директива ЄС (ВРД ЄС) 2000/60/ЄС - основний документ у галузі водної політики Європейського Союзу. Повна назва: «Директива 2000/60/ЄС Європейського парламенту та Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» [77].

Еволюція транскордонної водної політики у середині ЄС щодо реалізації регіональних і міжрегіональних інноваційних екологічних проєктів та ініціатив супроводжується зміною розуміння її змісту та механізмів реалізації [33].

Управління водними ресурсами в ЄС все більше орієнтується на інтеграцію кліматичної адаптації та природоорієнтованих рішень. Європейська Комісія та відповідні директивні настанови рекомендують враховувати вплив зміни клімату на водний цикл при розробці планів управління басейнами, інтегрувати заходи з протидії посухам і повеням та використовувати відновлення водних екосистем як інструмент підвищення водної стійкості. Це зміщує акцент від виключно технологічних рішень до комплексних заходів, що поєднують екосистемний підхід, збереження біорізноманіття та модернізацію інфраструктури [103].

У глобальному масштабі Комісія ЄС та країни ЄС щорічно витрачають майже €1,5 млрд. на проєкти в галузі управління водними ресурсами. Водна рамкова директива в основу ставить необхідність забезпечення охорони, поліпшення та відновлення всіх водних об'єктів, вивчення їх стану та використання. Послуги у водному секторі країн ЄС на 80% забезпечуються державою. Водночас питання приватизації води для країн ЄС не є головними. Їх турбують питання забезпечення водою високої якості, платежів за водні послуги, якості водних послуг, засилля кількох транснаціональних корпорацій на європейському водному ринку [4, стор.17-19]. Управління водними ресурсами в Німеччині представляє собою поєднання європейських рамкових норм, федерального регулювання і сильного земельного виконання, орієнтоване на інтеграцію екологічних цілей, адаптацію до кліматичних змін і підвищення

участі зацікавлених сторін. Подальший розвиток системи вимагає послідовної реалізації планів управління басейнами річок, мобілізації інвестицій у модернізацію інфраструктури, масштабування природоорієнтованих управлінських рішень задля забезпечення сталого водокористування. Зазначено, що спільними для Франції, Литви, Польщі та Німеччини є фундаментальні принципи – інтеграція водного менеджменту з екологічною політикою, участь громадськості, прозорість, циклічність планування (шість років) та запровадження басейнових планів управління. Водночас кожна держава розвинула свої інноваційні акценти:

- Франція - фінансову автономію агентств води та широке застосування природоорієнтованих рішень;
- Литва - цифрову інтеграцію даних моніторингу та прозору онлайн-звітність;
- Польща - гібридну модель управління, яка поєднує інфраструктурні й екологічні підходи;
- Німеччина - високий рівень федеративної децентралізації та багаторівневої координації між землями.

В Україні запропоновані шляхи імплементації досвіду країн ЄС в національну систему публічного управління водними ресурсами. Загалом впровадження європейських принципів і практик у сфері управління водними ресурсами в Україні має ґрунтуватися на принципах інтегрованості, відкритості, наукової обґрунтованості, участі громадськості та фінансової стійкості [53].

ВИСНОВКИ ДО 2 РОЗДІЛУ

Гармонізація українського законодавства з екологічним законодавством ЄС є одним з важливих завдань у рамках Угоди про асоціацію між Україною та ЄС. Це передбачає поступове впровадження європейських директив та регламентів у національне правове поле. Порівняльний аналіз теоретичних основ публічного управління водними ресурсами в країнах ЄС та Україні дає змогу визначити ефективні моделі взаємодії держави, місцевого самоврядування,

бізнесу та громадянського суспільства у сфері водної політики, що сприятиме формуванню цілісної, екологічно орієнтованої системи управління в Україні.

Загалом впровадження європейських принципів і практик у сфері управління водними ресурсами в Україні має ґрунтуватися на принципах інтегрованості, відкритості, наукової обґрунтованості, участі громадськості та фінансової стійкості. Це дозволить створити ефективну, сучасну систему публічного управління водними ресурсами, здатну забезпечити їх збереження, справедливий розподіл і стале використання відповідно до стандартів Європейського Союзу.

Проведеним дослідженням вимірювання впливу факторів на здійснення екологічної оцінки територій водних басейнів України із застосуванням методу SWOT-аналізу окреслено основні напрями та стратегії подальшого вдосконалення вимірювання даного впливу через побудову сучасної моделі алгоритму аналізу впливу сильних можливостей на нівелювання існуючих загроз що, в цілому, призведе до прийняття на загальнонаціональному рівні науково обґрунтованих рішень.

На сьогодні існує ряд невирішених проблем, що заважають розробці засад державної політики управління водними ресурсами України та побудові ефективної інноваційної моделі національної економіки. Ситуація з розв'язанням проблем водного управління потребує системного вирішення. Державна політика повинна отримати можливість впровадження додаткових інструментів підтримки басейнової системи. Завдяки стимулюючим заходам державна політика зможе впливати на реалізацію важливих екологічних проєктів, активізувати інноваційну діяльність, фінансування та інвестування басейнів. Тенденції до зростання потенціалу водного басейну та його конкурентоздатності під час зростання економіки та поліпшення настроїв бізнесу є перспективою реалізації переходу до нормативів ВРД ЄС.

РОЗДІЛ 3. НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БПА

3.1 Особливості використання БПА при проведенні екологічного моніторингу водних басейнів

Традиційні методи моніторингу довкілля мають певні обмеження саме через свою недостатню оперативність, високі витрати та складність доступу до віддалених або важкодоступних географічних регіонів і територій. І саме в цьому напрямку використання інноваційних технологій, таких як дрони, стають провідною і новою складовою сучасної екологічної практики та забезпечення екологічного моніторингу річкових басейнів. Інтеграція діджитал технологій в сфері екологічного моніторингу водних ресурсів підкреслює, що об'єднання дронів і алгоритмів AI ознаменувала значний технологічний зсув, перетворюючи їх з відносно простих інструментів на інтелектуальних агентів, здатних до автономних операцій, що дозволить в подальшому створювати комплексні системи моніторингу, які істотно підвищують точність і дієвість екологічного аналізу.

Інноваційні підходи повинні стати більш ефективним інструментом не тільки для виявлення потенційних загроз, але й для розробки стратегій збереження та відновлення водних екосистем, що має вирішальне значення для збереження природного середовища та екологічної стабільності [95].

Серед іноваційних технічних рішень в процесі управління екологічним моніторингом водних ресурсів слід зазначити використання безпілотних систем, зокрема безпілотних підводних апаратів (БПА), які здатні забезпечувати якісний, точний і оперативний режим збору широких геоінформаційних даних.

Останнім часом все більше уваги приділяється розвитку дослідження водних ресурсів за допомогою надводних та підводних дронів. Безпілотні апарати мають можливості збирати та аналізувати дані в умовах реального часу у важкодоступних або небезпечних зонах для людини. Для повноцінного та

ефективного використання підводних пристроїв вони повинні комплектуватись відповідним обладнанням та пристроями. За рахунок оснащення сучасними приладами та спеціалізованим програмним забезпеченням з використанням штучного інтелекту, дрони можуть функціонувати в автономному або дистанційно керованому режимі, здатні оперативно моніторити стан досліджуваного об'єкту та адаптуватися до змін у навколишньому середовищі. Це робить їх незамінними у наступних напрямках: рятувальні операції; екологічний моніторинг та інші [21].

Вибір безпілотних технологій для екологічного моніторингу є багатофакторним процесом, що залежить від специфіки досліджень, територіальних особливостей, необхідної точності даних та доступного бюджету. БПА мають ряд безперечних технологічних переваг, які роблять їх незамінним інструментом для проведення екологічного моніторингу в важкодоступних містах водних екосистем. Мобільність дронів дозволяє їм швидко пересуватися між різними ділянками не зважаючи на течії та глибини, збирати задані види даних в масштабі або програмі охоплення великих територій що далі забезпечує більш детальний інформаційний режим роботи, на відміну від традиційних методів екологічного моніторингу водних ресурсів [94].

Системи екологічного моніторингу за допомогою мобільних сенсорних вузлів, БПА були розроблені для забезпечення просторово-часових вимірювань водних джерел, таких як басейни, озера, водосховища, річки та океани [55]. БПА здатні легко досягати важкодоступних місць, де неможливо використовувати інші більш прості (або більш дешеві) методи спостереження, що автоматично формує умову для збирання різнотипної інформації про стан заданих водних екосистем, які розташовані у віддалених або небезпечних зонах. Завдячуючи своїм компактним розмірам та легкості керування, БПА здатні тривалий час працювати у важких кліматичних чи погодних умовах, включаючи різні водні басейни. Слід зазначити, що БПА мають технологічну можливість для широкого збору даних у режимі реального часу, це сприяє швидкому реагуванню на техногенні загрози. Зібрані дані можуть передаватися безпосередньо до центру

моніторингу для негайного екологічного або геоінформаційного аналізу [10].

Впровадження підводних дронів є стратегічним кроком у напрямку інноваційної модернізації екологічної інфраструктури України. Це рішення не лише відповідає сучасним технологічним стандартам, але й дозволяє модернізувати технічне оснащення, враховуючи, що значна частина потребує оновлення через технічне та фізичне застаріння. Використання інноваційних технологій допоможе забезпечити надійне дослідження стану екологічного моніторингу водних ресурсів.

Перевага використання підводних дронів полягає в їхній мобільності, збільшеному радіусі дії, що забезпечує більш точне виконання поставлених завдань. Залежно від мети та цілі БПА оснащуються різним рядом датчиків, включаючи акустичні, візуальні, екологічні, біологічні та інші.

Взаємозв'язок основних задач при проведенні екологічного моніторингу водних ресурсів із можливістю застосування БПА наведено в таблиці 3.1. Наведені задачі пов'язані з можливістю проведення дистанційного спостереження за територією, наявністю бортових систем та можливістю їх застосування.

Розуміючи, що проекти екологічного моніторингу водних ресурсів полягають у визначенні стану екологічної спрямованості господарської діяльності, необхідно виділити ряд етапів для досягнення та їх реалізації на основі виконання поставлених завдань [69]:

- здійснення планування для проведення екологічного моніторингу за певною територією басейну;
- визначення вимог до проведення екологічного моніторингу;
- вибір обладнання та бортових систем БПА;
- проведення спостережень із застосуванням БПА;
- виявлення джерел впливу з використанням бортових систем БПА;
- виявлення джерел впливових факторів;

- аналіз параметрів навколишнього середовища з можливістю оцінки її стану;
- прогнозування стану навколишнього середовища для визначення характеру впливу.

Таблиця 3.1.

Виконання завдань за допомогою БПА при проведенні екологічного моніторингу [69].

№	Завдання	Рішення завдань (БПА)	Переваги рішення
1.	Спостереження за джерелами антропогенного впливу	Проведення спостереження за екологічним об'єктом, або процесом впливу на навколишнє середовища за допомогою бортових систем	Оперативне проведення спостереження
2.	Спостереження за факторами антропогенного впливу	Застосування різних сучасних бортових пристроїв для виявлення антропогенного впливу	Своєчасність визначення параметрів стану навколишнього середовища проводиться за допомогою різної динаміки підводного ходу БПА та оптимізації його маршруту за змінами глибін, використання різних сучасних пристроїв для визначення впливу
3.	Спостереження за станом природного середовища та що відбуваються в них процесами під впливом факторів антропогенного впливу	Визначення характеру та епіцентру Аналіз стану середовища	Забезпечення в реальному масштабі часу можливості визначення характеру впливу на екологічні об'єкти на основі використання різних бортових пристроїв БПА
4.	Оцінювання фізичного стану природного середовища.	Проведення оцінювання стану території	Визначення стану басейну для прийняття управлінських рішень
5.	Прогноз зміни природного середовища під впливом факторів антропогенного впливу та оцінка прогнозного стану природного середовища	Визначення параметрів поточного стану навколишнього природного середовища для моделювання та прогнозування	Прогнозування поточного стану території та моделювання змін антропогенного впливу на стан території для прийняття управлінських рішень

На етапі безпосереднього проведення екологічного моніторингу водних об'єктів, необхідно здійснити [69]:

- вибір об'єкта спостереження;
- детальне вивчення, обстеження, оцінювання даного об'єкта;
- формування інформаційної моделі, або схеми спостережуваного об'єкта;
- аналіз стану об'єкта, ідентифікація його схематичної інформаційної моделі;
- оцінювання складання об'єкта моніторингу;
- моделювання можливих змін стану об'єкта спостереження;
- розрахунок та систематизація інформації для її передачі на пункт управління.

БПА стають доступними та інтуїтивно зрозумілими інструментами, які можуть зіграти важливу роль в управлінні водними ресурсами. Було помічено, що в багатьох ситуаціях, використання підводних дронів дозволяє отримувати достовірну інформацію, яку було б дорого або навіть неможливо отримати іншими методами, і забезпечує унікальну комбінацію тривимірних даних і підводних кадрів/зображень. Це результат швидкого розвитку та зниження цін на компоненти, що підживлюється розробками IoT (Інтернет речей), пов'язаними з ринком БПА і розумних датчиків. БПА - це інноваційні автономні засоби з гідродинамічною структурою, що дозволяють пересуватися в різних водах. Це інноваційна технологія, яка дозволяє отримати більш повну та точну інформацію про водні об'єкти для контролю їх стану з метою збереження та охорони навколишнього середовища.

Застосування БПА може бути корисним для проведення різних досліджень, зокрема в галузі біології, геології, гідрології та інших наук. Вони обладнані сучасними датчиками, які забезпечують набір інформації про параметри води, такі як температура, рН, концентрація розчинених речовин і інші характеристики. Вони зазвичай мають подібну конструкцію до повітряних дронів, з тією лише відмінністю, що основним їх робочим середовищем є вода. БПА використовуються для досліджень різних водойм, слідкування за станом річок, озер та інших водних об'єктів, а також для збирання різних даних про

водойми. Завдяки своїй конструкції БПА можуть здійснювати роботу в важкодоступних місцях та ризикових умовах, куди людина не може безпечно потрапити [96].

Процес екологічного моніторингу з використанням підводних дронів може забезпечити широке географічне покриття завдяки розподіленню підводних автоматичних апаратів у різних точках водних систем. Це дозволяє отримувати дані з великої кількості місць одночасно, що розширює масштаб інформації про стан водних ресурсів. Діджитал технології можуть відкривати нові можливості для аналізу даних та виявлення залежностей [35].

Ефективний екологічний моніторинг якості водних ресурсів вимагає застосування сучасних методів аналізу, здатних забезпечувати точність, швидкість та автономність роботи. Запропонована система складається з кількох ключових модулів: стаціонарної, переносної та автоматизованої систем для екологічного аналізу водних ресурсів. Кожна з них оптимізована під відповідні умови експлуатації та передбачає використання спектроскопічного аналізу для виявлення забруднень у реальному часі. Принцип роботи сенсора базується на використанні фільтрованих фотодетекторів, які реєструють спектральні сигнали у визначених діапазонах. Отримані спектральні дані можуть бути використані для аналізу органічних та неорганічних забруднень шляхом порівняння їх з еталонними спектрами чистої води. Поєднання стаціонарної, переносної та автоматизованої систем дозволяє створити комплексний екологічний моніторинг якості води в різних умовах, забезпечуючи високу точність, оперативність аналізу та гнучкість використання в екологічних та наукових дослідженнях.

Модель автономної безпілотної системи відбору проб води дозволяє вирішити наступні задачі:

- знизити вартість компонентів у системі екологічного моніторингу, що дає економічно ефективно рішення для автоматичної оцінки якості води. Крім того, запропонована модель моніторингу забезпечує швидке розгортання та легке обслуговування, що спрощує процедури первинного розміщення та подальшого

обслуговування;

- декілька мобільних сенсорних вузлів допомагають спостерігати за площею у просторово-часовому масштабі порівняно зі статичними сенсорними станціями. Більш важливим є те, що запропонована структурна модель забезпечує ефективне планування обстежень шляхом розгляду енергетичних та часових обмежень;

- онлайн-індексування якості виконується шляхом інтеграції онлайн-даних з декількох параметрів для забезпечення всебічної оцінки якості досліджуваної зони [55].

Важливим фактором, що визначає можливості контролю і оцінки навколишнього середовища є вибір БПА і бортових систем, необхідних для вирішення поставлених завдань для проведення екологічного моніторингу водних територій. Необхідність визначення цього взаємозв'язку пов'язана з необхідністю не тільки вибору бортових систем БПА і їх можливостей застосування, але і пошуку рішення оптимізаційних задач з проведенням екологічного моніторингу та можливістю застосування відповідного інструментарію при прийнятті керуючого рішення для ліквідації наслідків [69].

БПА розділяють на прив'язані, з відео в режимі реального часу, або керовані бездротовим способом за допомогою радіосигналів. Деякі з моделей мають такі функції, як можливість установити фіксовану глибину та/або фіксований напрямок, який автоматично підтримується за допомогою саморегулювання швидкості двигунів на основі обробки в реальному часі бортового датчика тиску і компасу.

На даний момент БПА для екологічного контролю стану річок мають свої обмеження. Зокрема, їх ефективність залежить від погодних умов та глибини води, до того ж вони потребують високої кваліфікації операторів. Також важливо враховувати аспекти безпеки та конфіденційності даних, що збираються в процесі моніторингу [96].

Найбільш очевидною перевагою використання підводних дронів є їх здатність забезпечувати високоякісне візуальне зображення водного

середовища. Підводні дрони оснащені камерами високої роздільної здатності та складними датчиками зображення, які дозволяють робити детальні зображення водойм. Це полегшує екологічний моніторинг якості води, спостереження за водним життям і відстеження змін у водному середовищі з часом. Поєднання водних дронів із різноманітним обладнанням дозволяє збирати високочастотні багатовимірні дані про численні параметри навколишнього середовища та якості води, а також отримувати візуальне уявлення про підводне середовище та екосистеми [105].

Запропонована модель автономної безпілотної системи відбору проб води (рисунк 3.1) уможливить поєднання стаціонарних та переносних рішень для екологічного аналізу води, що дозволить здійснювати комплексний екологічний моніторинг у різних умовах.

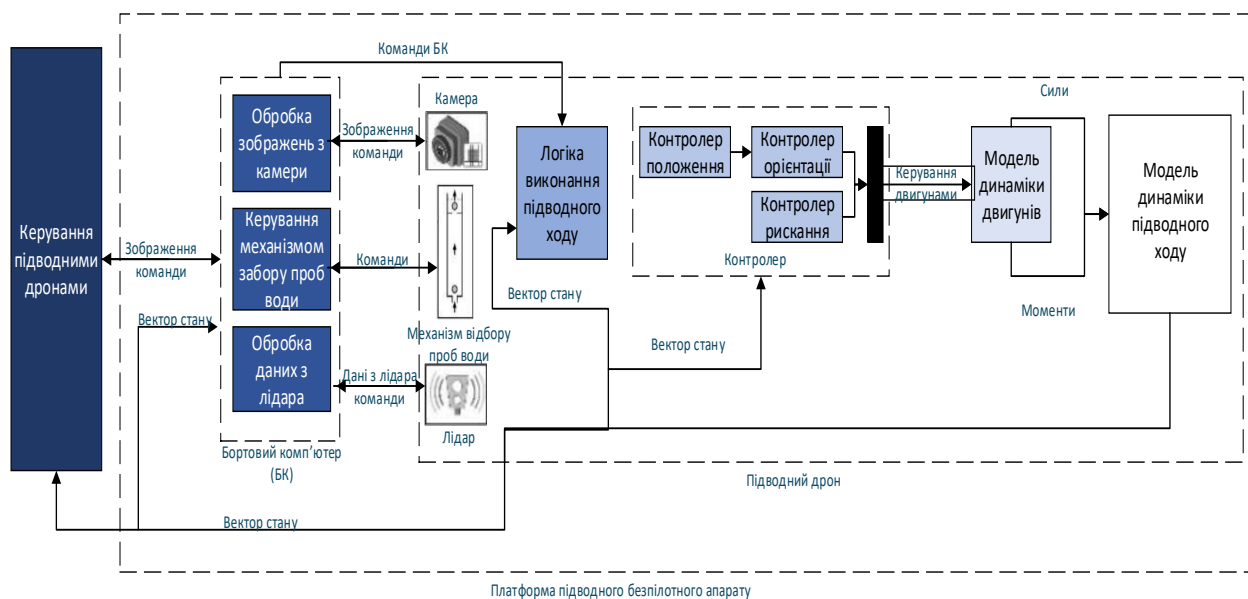


Рисунок 3.1 Схема моделі автономної безпілотної системи відбору проб води. Розроблено за допомогою [56]

Данна модель підходить для екологічного моніторингу водних ресурсів та забезпечить високу точність вимірювань, оперативність отримання даних та можливість інтеграції архівних даних екологічних програмах контролю якості водних басейнів відповідно до ВРД.

3.2 Створення банку даних екологічного моніторингу басейнового управління

Екологічний моніторинг водних ресурсів є складною системою, яка включає сигнальний, цільовий, комплексний та стратегічний моніторинг басейну. Якщо сигнальний екологічний моніторинг покликаний виявити необхідність проведення детальних спостережень водної екосистеми, то метою і задачами, які вирішуються, цільовим моніторингом є забезпечення спостереження за окремию ділянкою. Окрім того, необхідно здійснювати комплексний моніторинг території, що контролюється. Застосування аналітичних методів дозволяє прогнозувати розвиток екологічних криз, таких як природні лиха, зміни клімату та руйнування екосистем. Це допомагає розробляти стратегії запобігання та мінімізації негативного впливу на середовище [54].

Останнім часом широко використовуються різні багатовимірні статистичні методи, включаючи кластерний аналіз, аналіз головних компонентів, факторний аналіз для вибору кількох параметрів, здатних виявити коливання якості річкової води у просторі та часі та для виявлення потенційних джерел забруднення. Незважаючи на те, що такі методи стають все більш популярними через їхню здатність керувати великими обсягами просторових і часових даних, отриманих від різноманітних екологічних моніторингових постійних та мобільних постів, вони все ще суб'єктивні, оскільки залежать від кількості параметрів, обраних для аналізу.

Пропонується новий підхід на основі прогнозування стану поверхневих вод для вибору змінних, які спричиняють просторові та часові варіації якості річкової води, що піддається впливу точкових і дифузних джерел забруднення в межах басейну [6]. Для забезпечення проведення досліджень під час роботи басейнового управління запропоновано алгоритм екологічного моніторингу (рисунок 3.2).

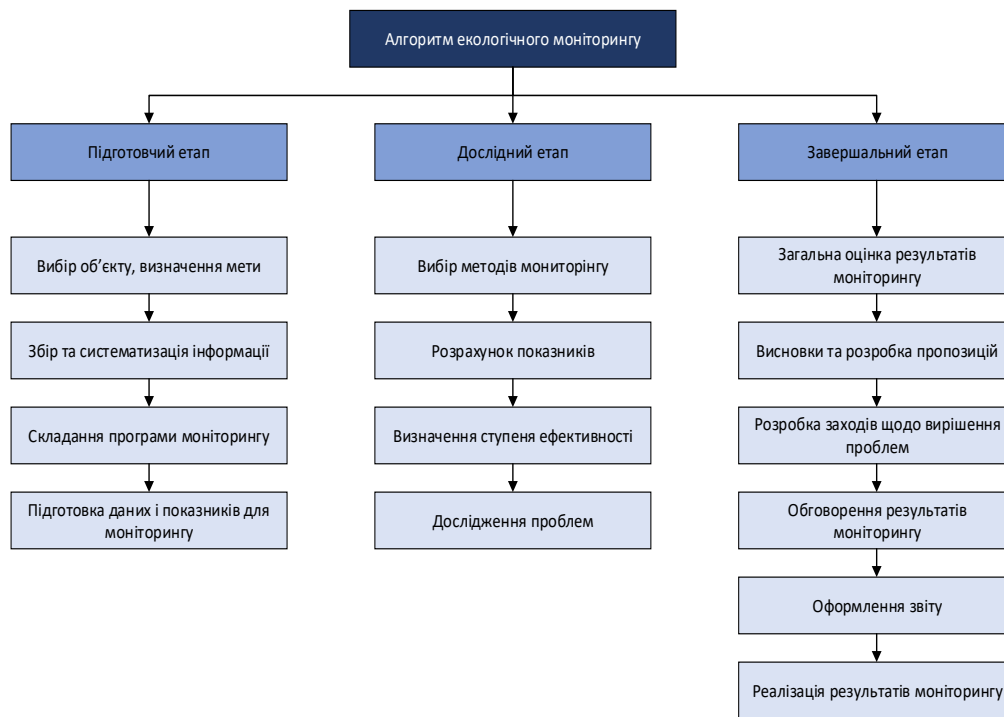


Рис. 3.2 Схема алгоритму екологічного моніторингу під час роботи басейнового управління. Розроблено за допомогою [27].

В проєкті створення інформаційної системи візуалізації та аналізу даних екологічного моніторингу водних ресурсів необхідно визначити вхідні та вихідні параметри. Структурна схема проєкту моніторингу складається з двох блоків вхідних параметрів та трьох блоків представлення вихідних результатів, блоку аналізу та візуалізації даних для моніторингу екологічної безпеки водних ресурсів (рис. 3.3).

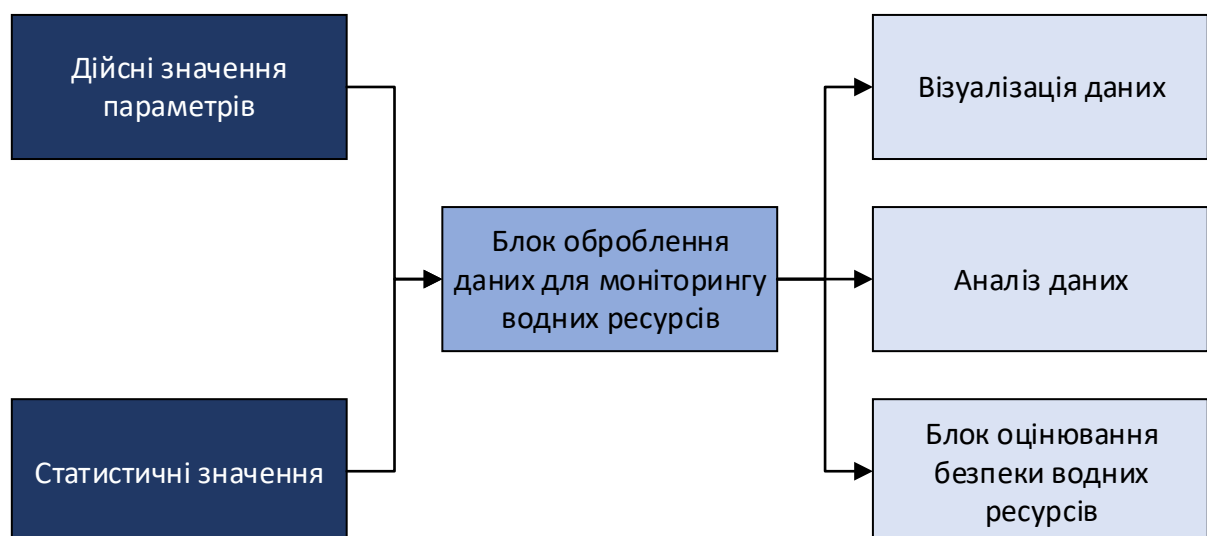


Рисунок 3.3 – Структурна схема вхідних та вихідних параметрів проєкту екологічного моніторингу водних ресурсів

Безпечний рівень шкідливих речовин у водній екосистемі, який використовується для оцінки екологічної безпеки водного басейну - це гранично допустима концентрація речовин[98].

Інформація про водні ресурси, зібрана за допомогою дронів та датчиків використовується для вивчення динаміки змін та виявлення тенденцій у покращенні або погіршенні стану водних об'єктів. За результатами екологічного моніторингу проводиться аналіз отриманих даних у вигляді діаграм та інтерактивних карт. Для виконання завдань проєкту пропонується в рамках басейнового управління створити банк екологічного моніторингу річних даних (рисунок 3.4).

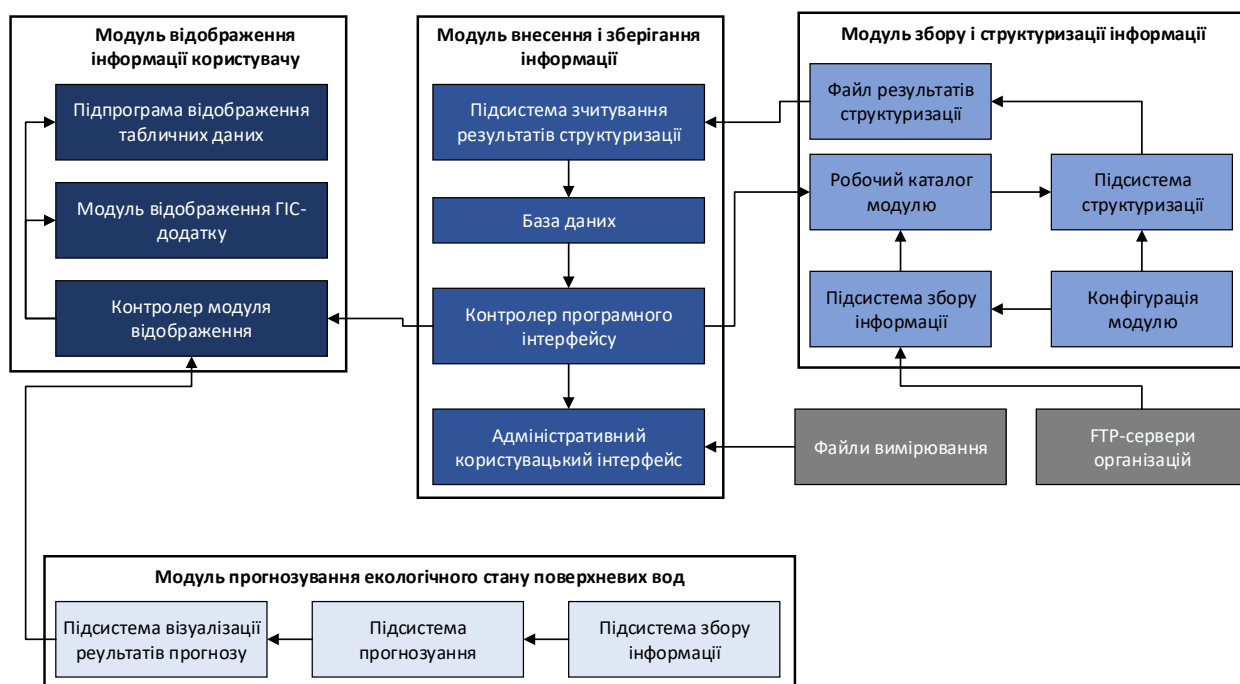


Рисунок 3.4 – Архітектура банку даних екологічного моніторингу басейнового управління. Розроблено на основі [17].

Проєкт раннього реагування на забруднення басейну річки є критично важливою складовою екологічного моніторингу якості води на основі технології

Інтернету речей (IoT). Основною метою цього проєкту є забезпечення оперативного виявлення небезпечних змін у стані води за рахунок аналізу інформації, накопиченої в банку даних екологічного моніторингу басейнового управління та вжиття термінових заходів для запобігання екологічним катастрофам. Для вирішення поставлених задач необхідно створити комплексний підхід до внесення в банк даних екологічного моніторингу басейнового управління отриманої інформації та даних аналізу. Рекомендовано звернути особливу увагу до:

- формату інформації;
- географічної прив'язки даних, отриманих з різного обладнання;
- повноти метаданих;
- контролю за системними та випадковими відхиленнями в серіях даних, роботи обладнання, умов збору тощо.

Україна приймає активну участь в міжнародних програмах обміну даних екологічного моніторингу водних ресурсів з урахуванням державних та міжнародних стандартів. Створення банку даних екологічного моніторингу басейнового управління дозволяє зберегати інформацію в базі даних міжнародних проєктів. Наприклад, дані проведеного екологічного моніторингу річок Дністр та Дунай

Архівування та збереження інформації банку даних екологічного моніторингу дає можливість:

- повторного використання у нових дослідженнях;
- збереження унікальних даних спостережень, які неможливо відтворити;
- розширення наявних даних для дослідницьких проєктів, а також для управління басейновим середовищем та інших цілей [84].

3.3 Модель екологічного прогнозування за басейновою ознакою

В рамках управління екологічними проєктами на водних басейнах необхідно впровадити систему екологічного прогнозування. При побудові

модулю підтримки прийняття управлінських рішень під час екологічного прогнозування передбачається:

- створення інтелектуальної підсистеми підтримки прийняття управлінських рішень;
- розробку концепцій прийняття інформаційних, управлінських та оперативних рішень;
- запропанувати алгоритм прийняття управлінських екологічних рішень.

Для створення моделі екологічного прогнозування басейнового управління водними ресурсами необхідно розробити :

- моделі екологічного прогнозування за басейновою ознакою;
- моделі екологічного прогнозування по часовому признаку;
- моделі екологічного прогнозування за руйнівною ознакою.

Прогнозуючі моделі мають враховувати особливості автоматизованої підсистеми підтримки прийняття управлінських екологічних рішень. Під час екологічного прогнозування передбачається провести:

- оцінку екологічної небезпеки, оцінку екологічних загроз, оцінку компонентів екологічного ризику;
- діагностику екологічних ситуацій на основі аналізу екологічного ризику;
- формування структури комплексу інформаційних процесів в підсистемі підтримки прийняття екологічних рішень (моніторинг, моделювання екологічних процесів і аналіз ризику, діагностика ситуації, візуалізація ситуації).

Запропонований підхід дозволяє визначити архітектуру та модульну декомпозицію програмного продукту, склад і формат вхідних і вихідних даних. Процес екологічного прогнозування може бути представлений у вигляді 5 стадій (рисунок 3.5). Кожна стадія використовує свій час і вимагає спеціалізованих інформаційних ресурсів.

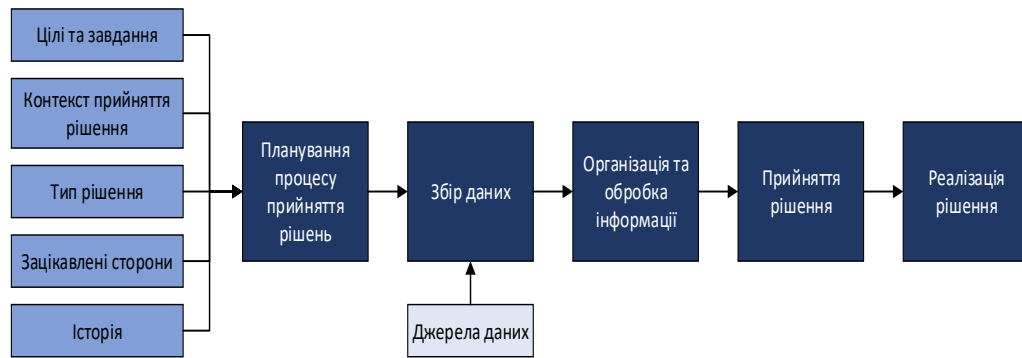


Рисунок 3.5 – Стадії екологічного прогнозування. Розроблено на основі [42]

1. Планування процесу прийняття рішень

Екологічне прогнозування управлінських рішень пропонує відповіді на наступні питання:

- чи є рішення подвійним (так/ні), або потрібно вибрати з кількох варіантів (яких)?
- приймається рішення одноосібно, або потрібно досягти консенсусу (хто ще повинен підтвердити рішення)?

Екологічне прогнозування управлінських оперативних рішень пропонує відповіді на наступні питання

- яка сфера дії екологічного прогнозу – місцеве, регіональне, басейнове?
- яка проблема чи питання привели до необхідності прийняти рішення екологічного прогнозування?
- які технічні можливості здійснення екологічного прогнозу?
- які фінансові можливості реалізації факторів?
- які кадрові ресурси задіяно для впровадження управлінських рішень реалізації екологічного прогнозування?
- які потрібні ділові та технічні процедури, методи та прийоми?

2. Збір даних щодо здійснення екологічного прогнозування.

3. Організація та обробка екологічної інформації.

4. Прийняття управлінських екологічних рішень.

5. Реалізація рішення.

Модель управління подіями з екологічними наслідками на водних басейнах, наведено на рисунку 3.6.

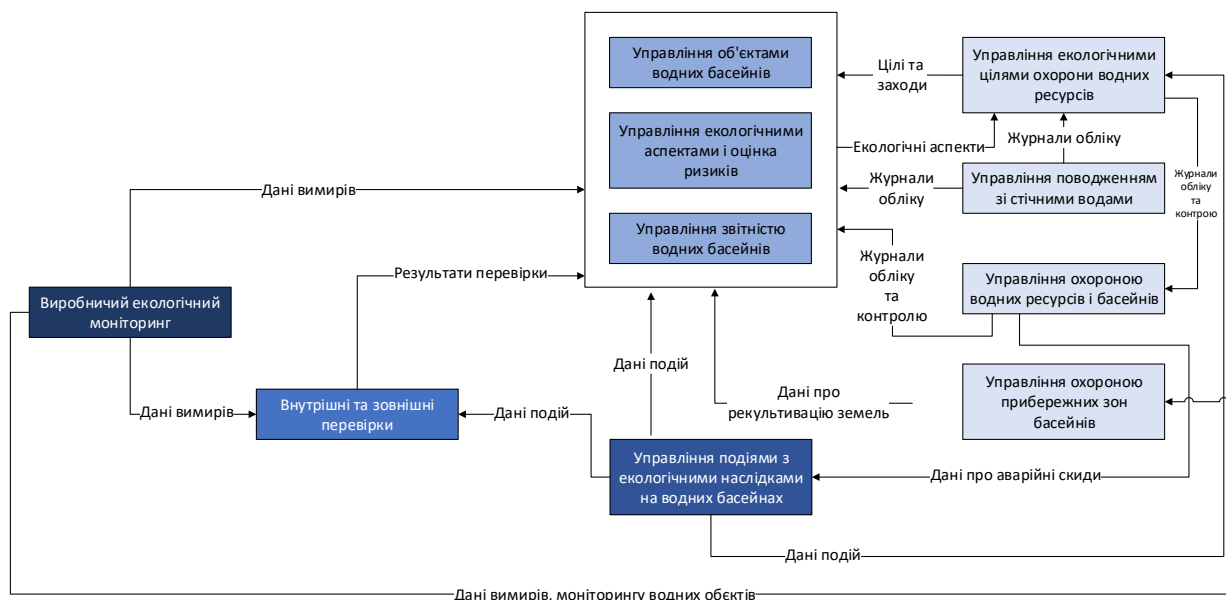


Рисунок 3.6 – Модель управління подіями з екологічними наслідками на водних басейнах

Проект екологічного прогнозування подій на водних об'єктах дозволяє виконати наступні задачі:

– довгострокове зберігання та оперативне використання інформації для прийняття рішень щодо управління якістю водних ресурсів на території басейну. У разі виникнення екологічних відхилень надаються рекомендації, які дозволяють зменшити ефект від впливу на навколишнє середовище внаслідок залпових і аварійних викидів забруднюючих речовин.

–вироблення довгострокових рішень, які пов’язані з інноваціями, що зменшують негативні впливи від аварійних викидів забруднюючих речовин.

Метою створення проєкту визначення зон можливого зараження (забруднення) вод басейна (далі – ПВЗМЗ) є створення єдиної інформаційно-аналітичної системи, що дозволяє проводити збір, обробку, систематизацію та поширення інформації про стан зон можливого зараження та якість водних ресурсів у вигляді інформаційних продуктів.

Призначенням ПВЗМЗ є ефективне управління підготовкою до екстрених випадків, підвищення безпеки життєдіяльності населення. Завдання ПВЗМЗ – поширення достовірної неупередженої інформації про зони зараження серед органів влади, служб та населення. Основний результат ПВЗМЗ є модель зон

можливого зараження та платформа поширення інформації серед користувачів. Складові елементи проєкту вивчення небезпек надзвичайних ситуацій на водах представлені на рисунку 3.7 [70].

ПВЗМЗ створюється в результаті діяльності проєктної команди. Проєктна команда складається з: менеджера проєкту, досвідченого спеціаліста з геоінформаційних систем; штатного працівника замовника; регіонального штатного працівника; у разі необхідності долучаються консультанти. Під час створення ПВЗМЗ необхідно дотримуватись вимог Законодавства України та умов ВРД.

Модель зон можливого зараження повинна представлятись у вигляді карти та містити цифрову модель рельєфу, інформацію про конфігурацію, площу та глибину зараження.

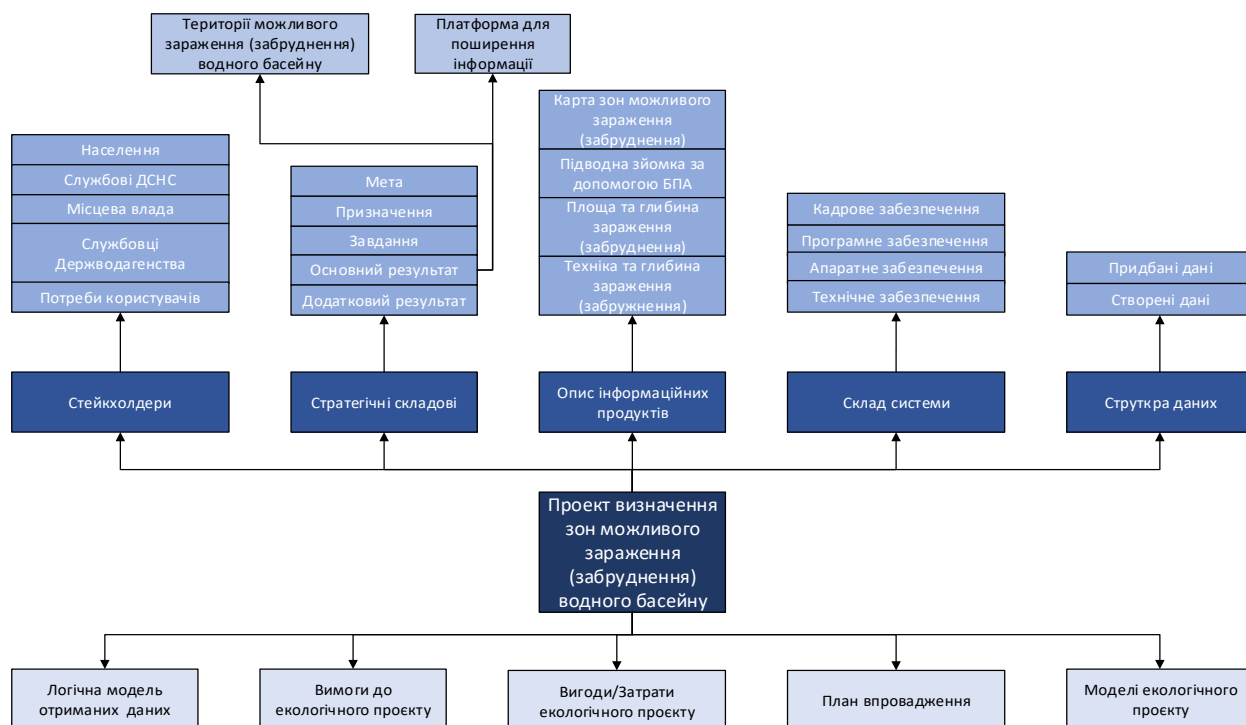


Рисунок 3.7 – Складові елементи проєкту вивчення небезпек надзвичайних ситуацій на водах. Джерело: власна розробка автора

Проєкт ПВЗМЗ використовує ієрархічну структуру будови моделей. Результати виконання попередньої моделі є основою наступних. Моделі і зв'язки моделей ПВЗМЗ зображені на рисунку 3.8. Початковою – виступає модель водного басейну.

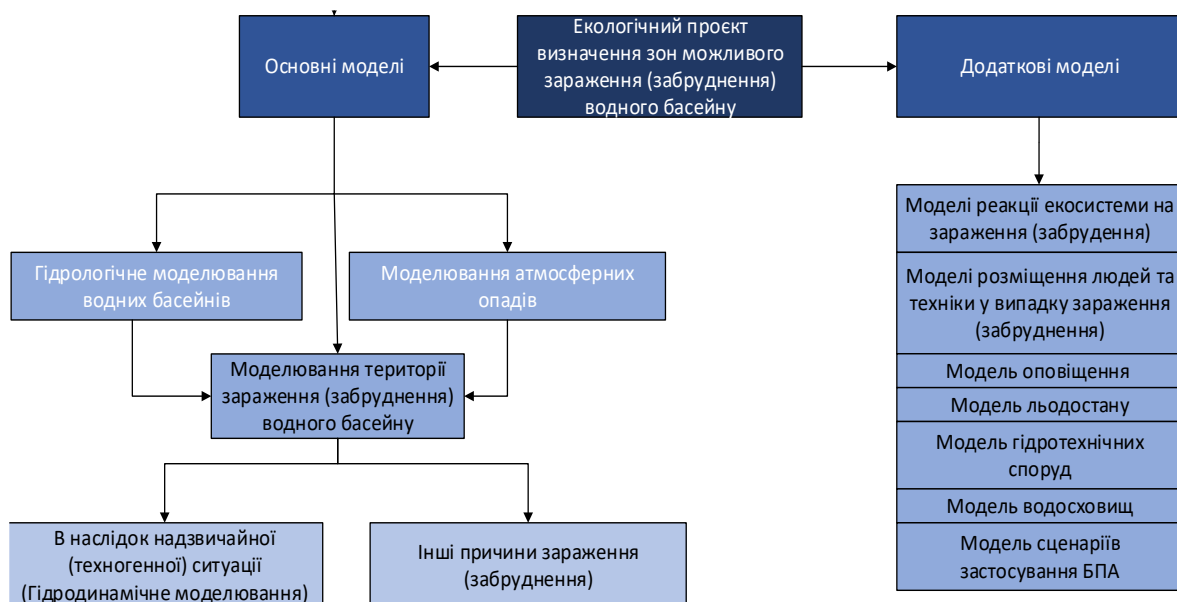


Рисунок 3.8. – Моделі, що використовуються у ПВЗМЗ. Джерело: власна розробка автора

За результатом визначення вимог до ПВЗМЗ складається звіт про попередню структуру ПВЗМЗ. Результатом моделі, що показана на рисунку 3.8, виступає гідрологічна мережа території та водозбірні басейни в точках гирл. Додаткові вхідні моделі даних дозволяють розширити можливості проєкту. Модель атмосферних опадів дозволяє вдосконалити та підвищити точність розрахунків під час моделювання територій можливого зараження.

Результатом виконання проєкту є створення інформаційних підсистем, що забезпечують збирання, опрацювання, аналіз, моделювання та надсилання геоінформаційних даних з інформацією про зони ризиків зараження територій. [70]. На підставі описів інформаційних продуктів та даних ГІС-команда встановлює можливості функцій ПВЗМЗ, класифікує функції на три класа за частотою використання та визначає тип мережевої системи ПВЗМЗ.

ВИСНОВКИ ДО 3 РОЗДІЛУ

Для успішного управління водними ресурсами важливим є грамотне використання інноваційних ефективних та досяжних технологій. Необхідність вироблення, зберігання, обробки та передавання великих об'ємів різноманітної інформації на всіх етапах життєвого циклу управління басейном, що пов'язує

між собою велику кількість, часто взаємовіддалених учасників проєкту, висуває високі вимоги щодо застосовуваних засобів і методів інформаційно-комунікаційних технологій.

Проблема інтеграції безпілотних технологій до системи управління екологічними проєктами розглядалася в роботах багатьох авторів. Проведений аналіз показує, що на даний час залишаються невирішеними питання наукового обґрунтування технологій застосування дронів в системах підтримки прийняття управлінських екологічних рішень. Порівняльний аналіз запропонованих нових рішень з відомими дозволяє визначити нові підходи до інтеграції технологій БПА до системи управління.

Завдяки розробленим директивам ЄС, а також впровадженню інноваційних технологій, таких як БПА, спеціалізованого програмного забезпечення, алгоритмів для обробки даних та застосування перевірених часом рекомендованих практик, з'являється можливість здійснювати якісний екологічний моніторинг водних ресурсів річних басейнів. Достовірні дані басейнових параметрів, що досліджуються, є основою для моделювання процесів надзвичайних ситуацій. Використання контрольованих даних про параметри води дозволяє глибше розуміти зміни у басейновому середовищі та оцінювати вплив антропогенних і природних факторів на екологічні процеси. Дотримання сучасних стандартів контролю якості та використання інноваційного підходу до збору та обробки річних даних є запорукою успішного проведення досліджень басейнового середовища. Надійні дані, отримані завдяки інноваційним технологіям, забезпечують основні ресурси для прийняття екологічно орієнтованих управлінських рішень.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Основні положення охорони праці.

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності. Сучасні умови функціонування трудових процесів вимагають дотримання стандартів безпеки як на виробництві, так і в офісному середовищі, оскільки порушення норм охорони праці може призвести до нещасних випадків, професійних захворювань або зниження ефективності праці. Важливість дотримання норм охорони праці зростає в контексті інтенсифікації інтелектуальної праці та широкого використання комп'ютерної техніки [71].

Аналіз стану охорони праці в господарській діяльності України свідчить, що система керування цією важливою сферою трудових відносин, форми й методи роботи не відповідали тим процесам, які почали набирати сили у напрямі реформування економіки та всієї системи державного та господарського керування. Методи адміністративно-командного впливу на посадових осіб та працівників за порушення вимог охорони праці вже не діяли, а інших важелів впливу не було. Трудова, виконавська, технологічна дисципліна істотно знижувалися. Невизначеність обов'язків та повноважень з охорони праці новостворюваних структур у процесі роздержавлення, приватизації та поступової відмови від галузевого принципу керування господарською діяльністю ще більше ускладнювала стан справ. Негативний вплив справляла і відсутність законодавчо закріплених обов'язків з охорони праці для органів державної виконавчої влади різного рівня — від Уряду до державних адміністрацій областей, районів, міст та інших територіальних формувань. Тому прийняття Закону України «Про охорону праці» (надалі — Закон) було об'єктивно зумовлене ситуацією, що склалася на той час у суспільстві [25].

Специфічною особливістю Закону, що регламентує правову основу охорони праці, є високий рівень прав і гарантій працівників. Уперше в історії держави працівнику було надано право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я, або для людей, які його оточують, і навколишнього природного середовища. Розширено права працівників у соціальних гарантіях відшкодування збитків у випадку ушкодження їх здоров'я на виробництві. Передбачається нова система фінансування охорони праці, формування системи страхування від нещасних випадків і профзахворювань, посилюється централізація планування. Договірне регулювання з питань охорони праці поставлено на високий рівень. Передбачається значна участь громадських інституцій у цьому процесі.

З позиції законодавчої регламентації прав і гарантій працівників у сфері охорони праці та їх забезпечення Закон та нормативно-правові акти щодо його реалізації одержали високу оцінку експертів Міжнародного підприємства праці.

До позитивних аспектів Закону безперечно, належить закріплення за державою функції нагляду за охороною праці.

В умовах роздержавлення, приватизації, утворення великої кількості суб'єктів підприємницької діяльності з різними формами недержавної власності роль держави у вирішенні завдань охорони праці суттєво зростає. Держава виступає гарантом створення безпечних та нешкідливих умов праці для працівників підприємств, установ, організацій усіх форм власності.

В організації охорони праці на підприємстві беруть участь роботодавці, їх заступники, головні спеціалісти, керівники виробничих дільниць, окремих структурних підрозділів та служб, профспілки та інші органи, що певним чином впливають на організацію охорони праці.

Основним завданням з питань охорони праці на підприємстві є створення здорових і безпечних умов праці. Цього можна досягти:

- навчанням всіх працюючих на підприємстві, перевіркою їх знань та пропагандою охорони праці;

- розробкою і виконанням комплексних (перспективних), річних та оперативних планових заходів з охорони праці;
- аналізом показників і причин виробничого травматизму та захворювань;
- оперативним контролем стану охорони праці на підприємстві і негайним усуненням шкідливостей та небезпек, виявлених на робочих місцях;
- проведенням паспортизації санітарно-технічного стану виробничих приміщень, технологічного обладнання та окремих робочих місць;
- впровадженням заходів морального і матеріального заохочення за зразковий стан охорони праці на робочому місці, дільниці, структурному підрозділі;
- проведенням спеціальних заходів з охорони праці жінок та молоді, виховної роботи з питань охорони праці та трудової дисципліни, а також притягненням до відповідальності осіб, які порушили існуючі норми і правила охорони праці;
- забезпеченням усіх працюючих необхідними захисними засобами згідно з існуючими нормами.

Виконання цих заходів необхідно здійснювати на основі новітніх досягнень науки та передового досвіду, включаючи технічні засоби інформатики, спеціальні засоби сигналізації, блокування та ін.

4.2 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при проведенні екологічного моніторингу водних об'єктів.

Проведення екологічного моніторингу поверхневих вод включає комплекс польових та лабораторних робіт, виконання яких пов'язане з впливом значної кількості небезпечних і шкідливих факторів. Особливість таких робіт полягає в тому, що вони здійснюються безпосередньо на природних водних об'єктах - річках, водосховищах, озерах тощо, де умови навколишнього середовища часто є нестабільними та складними. Це потребує ретельної оцінки всіх ризиків, що

можуть загрожувати безпеці персоналу, а також впливати на якість та достовірність отриманих результатів.

Однією з основних груп небезпечних факторів є природні та гідрологічні умови. Місця спостережень можуть розташовуватися на крутих або заболочених берегах, на ділянках зі зміною глибини або швидкості течії, що створює ризик падіння у воду, втрати стійкості або травмування працівника. Виконання робіт у різні гідрологічні фази - під час паводків, підйому чи спаду рівня води - додатково ускладнює доступ до точок відбору проб.

При проведенні постійних і частих відборів проб води, місце їх відбору повинно забезпечувати безпечний відбір проби в будь-який час року [48].

Особи, які залучаються до відбору проб води, повинні забезпечуватися надувними рятувальними жилетами та вміти гребти, плавати, надавати першу допомогу при нещасних випадках, знати способи рятування на воді, періодично (відповідно до наказу) проходити інструктаж з техніки безпеки.

Якщо при відборі проб води на водних об'єктах застосовують плавзасоби, то їх плавучі і ходові якості повинні відповідати умовам водних об'єктів, на яких вони використовуються.

Для робіт на льоду повинно бути забезпечено наступне обладнання: багор, сходи, дошка, мотузка. При відборі проб на ділянках з невивченим льодовим режимом перед початком робіт проводять попереднє обстеження міцності крижаного покриття. Відбір проб дозволяють при товщині льоду не менше 7 см. При відборі проб на гладкому безсніжному льоду дотримуються заходів для запобігання падінь і травм. При використанні льодових бурів необхідно запобігати нанесення травм о різучі кромки.

Охорона праці і техніка безпеки за виконанням робіт пов'язаних з екологічним моніторингом водних об'єктів, має певну специфіку.

Питання охорони праці є надзвичайно важливим, оскільки умови праці без технологічних аварій та без травмування працюючих є запорукою успіху будь-якого підприємства.

Згідно з Законом відділ охорони праці забезпечує виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасних випадків, професійних захворювань і аварій у процесі праці.

Основні завдання відділу охорони праці:

- здійснення контрольних функцій за безпечним виконанням робіт у процесі виробничої діяльності з видачею відповідних приписів;
- інформування та роз'яснення працівникам підприємства питань щодо охорони праці;
- контроль за забезпеченням професійної підготовки і підвищенням кваліфікації працівників із питань охорони праці;
- інформування працівників про основні вимоги законів, інших нормативно-правових актів та актів з охорони праці, що діють в межах підприємства;
- здійснення контролю за забезпеченням належних санітарно-побутових умов працюючих;
- контроль за забезпеченням працівників відповідно до законодавства спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального і колективного захисту, мийними та знешкоджувальними засобами. **(62)**

При здійсненні робіт в лабораторії можуть виникнути наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- біологічні (мікроорганізми, бактерії, віруси, тощо);
- хімічні (дезінфікуючі засоби, реактиви, розчинники, тощо);
- механічні (ріжучі та колючі інструменти, відкрите полум'я, гострі кути, тощо);
- фізичні (підвищена або знижена вологість, температура повітря, електричний струм, ультрафіолетове випромінювання, недостатня освітленість, тощо);

- людські (нервові розлади, акти вандалізму, перевантаження персоналу, виснаження, тощо);
- підвищена пожежонебезпека [48].

Суттєві ризики пов'язані також із використанням технічних засобів, необхідних для відбору, зберігання та аналізу проб. Обладнання може бути важким або громіздким, що створює фізичне навантаження під час перенесення та встановлення. Прилади, які застосовуються для гідрологічних і гідрохімічних вимірювань, потребують обережного поводження, оскільки їх пошкодження або неправильне використання може призвести не лише до втрати результатів, але й до травмування працівника. Небезпека існує і під час роботи з реагентами, що використовуються для консервації проб: неправильне їх застосування або зберігання може викликати хімічні опіки чи отруєння.

Таким чином, діяльність з екологічного моніторингу поверхневих вод супроводжується впливом комплексу небезпечних та шкідливих факторів природного, хімічного, біологічного, технічного та організаційного характеру. Їх урахування є необхідною умовою забезпечення безпеки персоналу та дотримання вимог до достовірності екологічних досліджень. Ретельне планування робіт, підготовка працівників, правильне використання обладнання та дотримання процедур відбору проб дають змогу мінімізувати ці ризики та забезпечити ефективність моніторингової діяльності.

4.3. Заходи з техніки безпеки та пожежної безпеки.

Проведення екологічного моніторингу водних об'єктів потребує суворого дотримання вимог техніки безпеки, оскільки польові та лабораторні роботи пов'язані з підвищеним ризиком для персоналу. Особливості умов роботи природні фактори, наявність води, використання технічних засобів, хімічних реагентів, транспортних засобів - вимагають комплексного підходу до організації безпечної діяльності. Застосування належних заходів забезпечує

збереження здоров'я працівників, попередження нещасних випадків та підтримання належного рівня якості проведених досліджень.

Перед початком польових робіт необхідно забезпечити організаційну підготовку, що включає проведення інструктажів, ознайомлення з маршрутом, аналіз рельєфу місцевості та визначення потенційно небезпечних ділянок. Члени групи повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту: водостійким одягом, захисним взуттям, рукавицями, рятувальними жилетами, аптечкою, сигнальними та страхувальними засобами [59].

Для мінімізації ризиків рекомендується забезпечити наявність засобів зв'язку між членами групи, можливість оперативного звернення до рятувальних служб, а також фіксацію маршруту, погодних умов і потенційно небезпечних подій у робочому журналі. Це дозволяє підтримувати контроль за виконанням завдань та реагувати на надзвичайні ситуації.

Пожежна безпека є одним із найважливіших аспектів забезпечення безпечних умов праці в будь-якому середовищі, зокрема в приміщеннях, у яких проходять лабораторні дослідження проб води [39].

Пожежа – неконтрольований процес горіння, що призводить до матеріального збитку, шкоди життю та здоров'ю людини, інтересам суспільства і держави. Основні причини виникнення пожежі:

- несправності електрообладнання чи порушення вимог їх експлуатації;
- порушення вимог технологічних регламентів;
- порушення умов пожежної безпеки (куріння в недозволеному місці, розведення відкритого вогню, застосування несправного обладнання тощо);
- необережне поводження з вогнем.

Серед небезпечних факторів пожежі виділяють: теплове випромінювання, вплив високої температури, токсичний вплив продуктів горіння (окис вуглецю та ін.), зниження видимості при задимленні.

Пожежна безпека об'єкта характеризується рівнем пожежної безпеки людей (запобігання впливу на них небезпечних чинників пожежі) та/або

матеріальних цінностей, а також економічним ефектом витрат на її забезпечення, і повинна виконувати одну з таких задач (п. 5.1 ДСТУ 8828:2019):

- мінімізувати ймовірність виникнення пожежі;
- забезпечувати пожежну безпеку людей;
- забезпечувати пожежну безпеку матеріальних цінностей;
- забезпечувати пожежну безпеку людей і матеріальних цінностей одночасно.

Небезпечними чинниками пожежі є (п. 5.2 ДСТУ 8828:2019):

- полум'я та іскри;
- підвищена температура оточуючого середовища;
- токсичні продукти згоряння і термічного розкладання;
- дим;
- знижена концентрація кисню.

До вторинних проявів небезпечних чинників пожежі відносяться:

- уламки, частини зруйнованих апаратів, агрегатів, установок, конструкцій будівель і споруд;
- радіоактивні та токсичні речовини і матеріали, що вийшли із зруйнованих апаратів та установок;
- електричний струм, що виник в результаті винесення високої напруги на струмопровідні частини конструкцій, апаратів, агрегатів;
- небезпечні чинники вибуху (ударна хвиля, полум'я, уламки конструкцій, обладнання, комунікацій будівель і споруд, шкідливі речовини, що вивільнились в наслідок вибуху), який виник в наслідок пожежі;
- негативні наслідки, обумовлені застосуванням вогнегасних речовин [38].

Прийнятний рівень пожежної безпеки людей на об'єктах повинен бути не менше ніж 0,99999 на рік у розрахунку на кожну людину, а прийнятний рівень індивідуального пожежного ризику повинен бути не більше ніж 10–5 на рік з розрахунку на кожну людину [83].

Пожежна безпека передбачає комплексний підхід, який включає організаційні, технічні та профілактичні заходи, спрямовані на запобігання пожежам, своєчасне виявлення вогню і мінімізацію можливих наслідків.

Завданням пожежної безпеки є запобігання виникнення пожежі на певному об'єкті згідно встановлених чинних нормативів. У разі виникнення пожежі, за можливості, працівник має вжити заходи з обмеження її розповсюдження та своєчасного виявлення та гасіння пожежі. Забезпечення пожежної безпеки є першочерговим завданням на кожному робочому місці. Одним з головних ризиків на робочому місці, що спричиняють пожежі є необережне поводження з електрострумом під час роботи за комп'ютером чи іншим обладнанням, що використовує електроживлення, внаслідок короткого замикання можуть виникати потенційні пожежі. Для боротьби з можливими пожежами у приміщеннях де в значній кількості наявні електроприлади та комп'ютерна техніка, необхідно оснащувати мобільним вуглекислотним вогнегасником, використання якого унеможливить виникнення коротких замикань та дозволить загасити пожежу. Особи, що пройшли вступний інструктаж, а також інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки при проведенні робіт із відповідним записом до журналу інструктажів мають допуск самостійної роботи, а також пройти попередній та виконувати періодичні медичні огляди, і за станом здоров'я можуть бути допущеними до виконання робіт. Працівники мають володіти навичками надання першої долікарської допомоги.

Дії працівників при виникненні пожежі наступні: [83]

1. При загрозі вибуху необхідно прилягти на живіт, захищаючи голову руками, на відстані від вікон, скляних дверей, проходів чи сходів.
2. При вибуху, необхідно не допустити виникнення пожежі та паніки серед людей, надати першу допомогу потерпілим.
3. При виявленні перших ознак пожежі (задимлення, запах гару, тощо) необхідно вжити таких заходів:
 - негайно зв'язатися з пожежною службою (за телефоном «101»), при цьому вказати назву об'єкта, місце виникнення пожежі, а також своє прізвище;
 - вжити заходів для швидкої евакуації людей, гасіння пожежі та, за можливості, збереження матеріальних цінностей

4. Особи, що мають повноваження володіти, користуватися та розпоряджатися майном, керівники та посадові особи, а також особи, призначені в установленому порядку відповідальними за забезпечення пожежної безпеки, після прибуття до місця пожежі повинні:

- продублювати запит про виникнення пожежі за телефоном «101», та як можна швидше довести до відома керівництва;

- перевірити справність роботи та своєчасне реагування автоматичних систем протипожежного захисту (звукове оповіщення про пожежу, пожежогасіння, протидимного захисту);

- за необхідності, відключити електроенергію (за винятком систем протипожежного захисту), припинити роботу систем вентиляції в аварійному і суміжних з ним приміщеннях, виконати всі інші заходи, що стримують розвиток пожежі та задимлення приміщень;

- зупинити всі роботи в приміщеннях, окрім робіт, пов'язаних із зупиненням пожежі;

- видалити за межі небезпечної зони працівників, що не беруть участь у гасінні пожежі, евакуацію проводити відповідно з планами евакуації та інструкціями з евакуації людей з будівлі;

- організувати процес стримання чи гасіння пожежі до прибуття пожежників;

- контролювати дотримання умов безпеки для працівників, що залучені до процесу гасіння пожежі;

- організувати захист речей та матеріальних цінностей;

- проконтролювати і організувати найбільш оптимальний шлях під'їзду пожежників;

- у разі зберігання чи розташування на території швидкозаймистих чи хімічнонебезпечних речовин та об'єктів повідомити про це служби гасіння пожежі;

5. При загоранні одягу на людини необхідно обмежити доступ повітря, щільно накрити його і притиснути, а потім допомогти потерпілому позбавитися одягу.

На об'єкті захисту, крім якісного оцінювання протипожежного стану, можна проводити кількісне оцінювання протипожежного стану на основі оцінювання ризику виникнення та розвитку пожежі, який не повинен перевищувати унормованих допустимих значень (п. 5.2 ДСТУ 8965:2019).

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

Нормативно-правова база у сфері охорони праці та безпеки встановлює чіткі вимоги до умов праці, технічного стану обладнання та управління ризиками. Відповідність міжнародним стандартам і національним нормативам забезпечує системний підхід до ідентифікації небезпек і впровадження превентивних заходів. Гігієнічні нормативи, технічні регламенти та процедури атестації робочих місць створюють основу для захисту здоров'я працівників і довкілля. Адаптація до змін у законодавстві та впровадження сучасних технологій управління є основними для забезпечення високого рівня безпеки та екологічної відповідальності.

ВИСНОВКИ

Система державного екологічного моніторингу водних ресурсів України – це спостереження, збір та обробка даних, передача, зберігання й аналіз отриманої інформації про стан навколишнього природного середовища, прогнозування змін і розробка науково обґрунтованих рекомендацій для винесення управлінських рішень.

Розглянуто структуру управління водними ресурсами в Україні відповідно до цілей Водної Стратегії України в період імплементації Водної Рамкової Директиви 2000/60/ЄС. Основними проблемами ефективного функціонування системи державного екологічного моніторингу є відсутність ефективної системи басейнового управління, низький рівень координації між структурами та моральна і фізична застарілість технологічного обладнання.

Згідно до досвіду ЄС екологічно безпечне водокористування значною мірою обумовлено управлінськими підходами. При цьому державна екологічна політика через встановлення водної політики є неминучим на всіх рівнях організації державного управління. Аналіз досвіду зарубіжних країн показує, що найефективнішим управління водним господарством є тоді, коли воно побудоване на басейновому принципі. Всі витрати ж, пов'язані з використанням, відтворенням та охороною водних ресурсів, несуть водокористувачі

Використання інформаційно-комунікаційних технологій в процесі екологічного моніторингу водних ресурсів відображає важливий напрямок сучасного екологічного наукового та практичного дослідження. На сучасному етапі використання ІКТ у екології повинні відігравати ключову роль у управлінні екологічними проєктами процесами моніторингу водних ресурсів. Огляд інформаційно-комунікаційних технологій вказує на широкий спектр інноваційних інструментів, які можуть бути застосовані для збору, аналізу та поширення екологічної інформації. Приклади використання ІКТ в управлінні екологічними проєктами інтелектуальних систем управління водними ресурсами, демонструють потенціал ІКТ у покращенні екологічної ситуації. При цьому важливо продовжувати дослідження та розвиток інноваційних технологій

з метою забезпечення ефективного використання ресурсів та збереження навколишнього середовища для майбутніх поколінь

На основі проведених досліджень виділимо такі ключові результати магістерської роботи:

1. Проаналізовано сучасні підходи до управління екологічними проєктами.

Розглянути ключові цілі екологічного проєкту. Розглянути фази управління екологічними проєктами.

2. Визначено особливості організації проведення екологічного моніторингу під час реформування управління водними ресурсами в Україні. З метою розробки сучасної системи аналізу стану водних ресурсів узагальнена схема проєктування моніторингу поверхневих вод басейну. Розроблено та запропоновано алгоритм побудови карти басейну.

3. Вивчено досвід охорони навколишнього середовища та зроблено порівняльний аналіз систем моніторингу поверхневих водних об'єктів країн Європи, Півночної Америки, Азії. Досліджено схожість та різноманітність підходів до екологічного моніторингу різних країн. Проаналізована існуюча державна система екологічного моніторингу України. Виявлені розбіжності з вимогами ВРД ЄС. Запропоновано напрями покращення системи управління водними ресурсами України відповідно до європейських стандартів.

4. Запропоновано удосконалення моделі екологічного моніторингу водних ресурсів з використанням БПА. Для удосконалення управління екологічним моніторингом та керування діями БПА під час досліджень водою розроблено та запропоновано модель автономної безпілотної системи відбору проб води.

5. Досліджено взаємозв'язок основних завдань при проведенні екологічного моніторингу за допомогою БПА. Під час дослідження виявлені переваги запропонованого рішення перед існуючою системою моніторингу в Україні. За необхідністю оперативного екологічного моніторингу вод басейну під час зараження/ забруднення оператор має можливість керувати відночасно

декількома БПА, які будуть знаходитись на межах зон забруднень/заражень. За рахунок блоку обробки даних для моніторингу водних ресурсів та статистичних даних, отриманих з банку даних екологічного моніторингу басейнового управління, при використанні спеціалізованого програмного забезпечення буде розробляться прогноз можливості подальшого забруднення. В результаті впровадженню інноваційного рішення надаються рекомендації з управління подіями з екологічними наслідками на водних басейнах.

Виконана робота наголошує на важливості екологічного моніторингу води та використанні інноваційних технологій для забезпечення точного та ефективного контролю за водними ресурсами. Інформація, отримана з такої системи екологічного моніторингу, може бути використана для прийняття своєчасних та обґрунтованих рішень, щодо балансового управління водними ресурсами. Це дозволяє забезпечити комплексний підхід до збору та аналізу даних про стан водних ресурсів та ефективну охорону водних екосистем.

Таким чином була досягнута мета роботи – вдосконалення моделі екологічного моніторингу якості води у водоймах за рахунок розробки структурного синтезу використання БПА та інформаційних банків даних, що автоматизує процес контролю стану водойм, а також дозволяє запобігти техногенні ситуації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрєєва Н.М. Інвестиційна стратегія екологізації господарської діяльності // Вісник соціально-економічних досліджень. Вип.8. Ч.2. – Одеса: АТЗТ ІРЕНТТ, 2005. С. 76-79
2. Басейнове управління водних ресурсів річки Південний Буг. URL: <https://buvrpb.davr.gov.ua/> (дата звернення 05.10.2025).
3. Безсонний В.Л. Вдосконалення системи екологічного моніторингу вод з урахуванням вимог водної рамкової директиви ЄС Еко Форум – 2019: збірник тез доповідей III спеціалізованого міжнародного Запорізького екологічного форуму, 29 – 31 травня 2019 р. / Запорізька міська рада, Запорізька торгово-промислова палата. – Запоріжжя: Запорізька торгово-промислова палата, 2019. – 262 с., стор. 93-94
4. Безсонний В.Л. Досвід управління водними ресурсами у країнах ЄС Сучасні проблеми екологічного контролю та аудиту: зб. тез доповідей II Міжнародної інтернет-конференції (м. Харків, 23 лютого 2022 року). – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. – 55 с., стор.17-19
5. Безсонний В. Л. Забезпечення екологічної безпеки поверхневих джерел водопостачання в умовах упровадження положень Водної рамкової директиви ЄС: монографія / В. Л. Безсонний. – Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2023. – 114 стор.
6. Безсонний В., Пляцук Л., Третьяков О. принцип мінімізації надлишковості в оцінці екологічних загроз: вибір набору оптимальних параметрів Екологічні проблеми сучасності: зб. матер. II Міжнар. наук.-практ. конф. (Луцьк, 10 травня 2024 р.)/Держ. вищ. навч. заклад «Донецький національний технічний університет». – Луцьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2024. – 117 с.
7. Безсонний В.П., Третьяков О.В. Аналіз світового та вітчизняного досвіду впровадження інтегрованого управління водними ресурсами. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. Вип. 27. Харків, 2016. С. 15-24

8. Бойко І.М. Модель управління проєктами в установах публічної адміністрації / І.М. Бойко // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2024. – № 3 (29). – С. 105-116. – Режим доступу: <https://economics.net.ua/ejoru/2024/No3/105.pdf>. DOI: 10.15276/EJ.03.2024.13. DOI: 10.5281/zenodo.14635610.
9. Боровицька А. Г. Принцип басейнового управління як основа ведення державного водного кадастру Право та інновації № 3 (15) 2016, стор. 87-93
10. Відбудова для розвитку: зарубіжний досвід та українські перспективи: міжнародна колективна монографія / [редколегія, голова – д.е.н. В. В. Небрат]; НАН України, ДУ «Ін-т екон. та прогнозув. НАН України». К., 2023. 571 с.
11. Водна стратегія України на період до 2050 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 09.12.2022 № 1134-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text> (дата звернення 15.10.2025)
12. Водний кодекс України від 06 черв. 1995 р. № 213/95–ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення 10.10.2025).
13. Гавловська Н. І., Рудніченко Є. М. Управління інноваційними проєктами : навч. посіб. Хмельницький:ХНУ, 2016. 247 с.
14. Геоінформаційні дослідження водних екосистем України: моніторинг та прогнозування. – Івано-Франківськ: Супрун В. П., 2022. – 212 с.
15. Геопортал «Водні ресурси України» [Електронне джерело]. [Режим доступу]: http://www.apena.com.ua/images/documents/162/Water_resources
16. Гнедіна К.В. Сучасні підходи до управління водними ресурсами та механізми їх екологічного моніторингу: досвід країн ЄС та України Екологічні науки № 4(37), 2021 р., стор. 33-39 DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.4-37.4>

17. Гордєєв А.Ю., Федосєєнков С.Г., Шундель О.І., Щипцов О.О., Неверова С.І. Деякі аспекти створення системи забезпечення та контролю якості океанографічних даних Екологічна безпека та природокористування, вип. 4 (52), 2024, стор. 157-168 <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2024.4.157-168>
18. Горошко Ю. В. Управління інноваційно-інвестиційними проєктами в екологічній сфері. Ефективні рішення в економіці, фінансах та управлінні: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Одеса, 5 лютого 2021р). Одеса: Східноєвропейський центр наукових досліджень, 2021. С. 123 – 124
19. Гриб Й., Ковальчук С., Калько А., Михальчук М. Формування та еколого-токсикологічний стан річкової мережі України Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування», Вип. 2, 2024, стор. 43-48 DOI <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2024-2.05>
20. Гурець Н. В. Управління проєктом впровадження системи екологічного менеджменту у муніципальних утвореннях Вісник Черкаського державного технологічного університету 4/2018, стор. 112-118
21. Гусєва-Божаткіна В.А., Козирко К.О. Використання беспілотних апаратів для моніторингу довкілля Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: XVI Міжнародна науково-технічна конференція: матеріали. – Миколаїв: НУК, 2025. – 1256 с., стор. 682-685
22. Дудюк В., Головка А. Управління екологічними проєктами Короленківські читання 2023 «Бібліотеки, архіви, музеї в умовах війни» м. Харків, 25 – 26 жовтня 2023 року, стор. 116-118
23. Екологічні основи управління водними ресурсами: навч. посіб. / А.І. Томільцевата ін. Київ, 2017. 200 с., ст. 78-79
24. Жигалкевич Ж.М., Чухліб В.Є. Управління проєктами та їх ризиками: підходи та методи Приазовський економічний вісник Випуск 6(17) 2019, стор. 126-130 DOI: <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2019-6-24>

25. Закон України Про охорону праці : від 14.10.1992 №2694-XII. Із змінами № 4574-IX від 21.08.2025. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2694-12/page> (дата звернення :11.12.2025)

26. Зінченко І. В. Мікробіологічна і гідрохімічна оцінка якості води поверхневих водних об'єктів в Україні Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей XX Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 19-20 вересня 2024 р.) / УКРНДІЕП., 2024. — 446 с., стор. 227-230

27. Зубко К. Ю. Екологічний моніторинг як засіб запобігання та усунення негативного впливу будівельної індустрії Інвестиції: практика та досвід № 13/2013, стор. 73-77

28. Калініченко О. О., Мосійчук І. В., Пойта І. О. Управління проектами у глобальному контексті: культурні аспекти та адаптація Проблеми економіки № 2 (56), 2023, стор. 24-30 DOI: JEL Classification: F1; F23; M10; O22

29. Кірейцева, Г. В. (2024). Значення екологічної інформації для стійкого розвитку України. Екологічні науки, 2(53), 14–25. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eso.2-53.34>

30. Кірейцева Г.В. Теоретичні основи управління екологічною безпекою поверхневих водних об'єктів в умовах антропогенного навантаження Екологічні науки № 6(57), 2024 р., стор. 70-74 DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eso.6-57.10>

31. Коба В.Г., Пахота Н.В. Досвід ЄС у забезпеченні розвитку водогосподарського комплексу регіонів та культури поводження з водними ресурсами Причорноморські економічні студії Випуск 24. 2017, стор. 42-45

32. Кобилинський В. М. Вимірювання впливу факторів на здійснення еколого-економічної оцінки урбанізованих територій із застосуванням методу SWOT-аналізу Вісник Хмельницького національного університету 2021, № 3 стор. 215-219 DOI: 10.31891/2307-5740-2021-294-3-34

33. Комеліна О. В., Чичкало-Кондрацька І. Б., Оболенський О. Ю. Світовий досвід реалізації регіональних і міжрегіональних інноваційних

проектів та ініціатив Економіка і регіон № 2 (97) – 2025 стор. 49-59 DOI: 10.26906/EiR.2025.2(97).3787 JEL E60, R19

34. Консультування підприємств щодо енергоефективності Deutsche Gesellschaft fuer Internationale Zusammenarbeit. Офіційний сайт компанії. URL: <https://www.giz.de/en/worldwide/66605.html>

35. Корніюк А.В., Пацева І.Г. Цифровий моніторинг якості води, виклики та рішення Екологічні науки № 4(49), 2023 р., стор. 32-37 DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.4-49.4>

36. Корпильов Д., Здобицький А., Мокрицька О., Чернюх В. Розробка інтелектуальної системи моніторингу водних ресурсів Computer design systems. theory and practice Vol. 7, No. 1, 2025, стор. 81-93

37. Критська Я.О., Великжанін А.Ю., Скарга-Бандурова І.С., Суворін О.В. Методологія розробки системи онлайн моніторингу поверхневих вод Наукові вісті Далівського університету 13 2017 рік електроний ресурс http://filelibsnu.at.ua/naukovi/Naukovi_visti/pdf_13_2017/6.pdf

38. Курс лекцій з навчальних дисциплін «Системи забезпечення пожежної безпеки об'єктів», «Організаційно-технічні підходи забезпечення пожежної безпеки» для здобувачів за другим (магістерським) рівнем вищої освіти галузь знань 26 «Цивільна безпека», спеціальність 261 «Пожежна безпека» / Укладачі: Р.І. Майборода, Ю.А. Отрош., Н.В. Рашкевич, І.О. Мамонтов, Х.,: НУЦЗУ, 2024. 159 с. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/20452/1/SZBO%20Course%20lectures.pdf>

39. Кучеренко, В. І. (2017). Охорона праці в галузі: навчальний посібник. Київ: Знання.

40. Маркін М., Петров В. Шляхи впровадження ІІІ у моніторинг та контроль водних середовищ Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» 2025, випуск 3, стор. 76-91

41. Марко С.І., Семенюк О.О. Використання сучасних інформаційних технологій у протидії кримінальним правопорушенням проти довкілля Електронне наукове видання «Аналітично-порівняльне правознавство» № 5 2023, стор. 480-484 [Електронний ресурс] <https://app-journal.in.ua/wp-content/uploads/2023/11/88.pdf> (дата звернення 21.11.2025) DOI <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2023.05.86>

42. Машков О.А., Абідов С.Т., Іващенко Т.Г., Оводенко Т.С., Печений В.Л. Особливості екологічного прогнозування за допомогою штучних інтелектуальних систем підтримки прийняття управлінських рішень Екологічні науки № 1(46), 2023 р., стор. 168-174 DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.1-46.28>

43. Машков О., Мухіна К., Присяжний В. Наукові напрями застосування аерокосмічних технологій у системі управління екологічною безпекою Матеріали XXIII Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство» (м. Київ, Україна, 7 грудня 2023 р.), стор. -227 DOI: <https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2023.290382>

44. Міжнародні проєкти для екотрансформації України: можливості для бізнесу та довкілля. URL: <https://ecolog-ua.com/articles/mizhnarodni-proyekty-dlyaekotransformaciyi-ukrayiny-mozhlyvosti-dlya-biznesuta-dovkillya>

45. Мокін В. Б. Методи оцінювання та засоби автоматизації розрахунку складових водогосподарського балансу районів річкових басейнів України: монографія/ В. Б. Мокін, В. В. Гребінь, Є. М. Крижановський. – Вінниця: ВНТУ, 2023. –168 с.

46. Моніторинг довкілля. Аналітична записка щодо стану та перспектив розвитку державної системи моніторингу довкілля [Електронний ресурс] https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/02/Monitoring-Green-Paper_15_02_2022.pdf (дата звернення 02.11.2025 р.)

47. Моніторинг довкілля: навчальний посібник / Л. Л. Гурець, І. О. Трунова, В. В. Фалько, О. В. Вакарчук; за заг. ред. проф. Л. Л. Гурець. – Суми: Сумський державний університет, 2023. – 206 с. стор. 80

48. Моніторинг поверхневих вод: навчальний посібник для студентів спеціальності 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» освітній ступінь «бакалавр» усіх форм навчання – Полтава: ПолтНТУ, 2017. – 82 с.

49. Наконечна, Ю., & Мельничук, С. (2023). Методологічні та методичні проблеми гідроекологічних досліджень малих річок степу. Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування», 3, стор. 135–142

50. Овецька О., Кукудяк Н., 2022. Управління проєктами: стан та перспективи розвитку підприємства. *Економіка і організація управління*. (Жов 2022), 139-147. DOI:<https://doi.org/10.31558/2307-2318.2022.2.14>

51. Онисько Е., Фармага І. Огляд та аналіз систем управління проєктами COMPUTER DESIGN SYSTEMS. THEORY AND PRACTICE Vol. 6, No. 1, 2024, стор. 209-215 <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2024/apr/34358/39.pdf>

52. Паляничко Н.І., Сахарнацький В.В. Закордонний досвід управління водними ресурсами в контексті сталого розвитку України (аспекти фінансовоекономічних інструментів) Вісник аграрної науки 2024, № 5 (854), стор. 48-60 DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202405-06>

53. Пархоменко-Куцевіл О. Теоретичні підходи до публічного управління водними ресурсами: досвід країн ЄС та можливості імплементації його в Україні Наукові інновації та передові технології № 11(51) 2025, стор. 178-188 DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-11\(51\)-178-188](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-11(51)-178-188)

54. Пархоменко Ю.М., Медведєва О.В., Богатирьов Д.В., Босько В.В., Кислун О.А. Використання інформаційних технологій в екології та процесах охорони навколишнього середовища Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2024. Вип. 9(40), ч.І, стор. 3-13 DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.3-13](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.3-13)

55. Петренко Ю.А., Нефьодов Л.І., Богатов О.І. Модель вибору датчиків мобільних сенсорних вузлів для моніторингу якості води Технологія приборостроения 2'2019, стор. 54-58

56. Писаренко А.В., Ролік О.І. Енергоефективна автономна безпілотна система відбору проб води для екологічного моніторингу Адаптивні системи автоматичного управління Том 1 № 46 (2025), стор. 267-282 DOI: <https://doi.org/10.20535/1560-8956.46.2025.323886>

57. Положення про Державне агентство водних ресурсів України: затв. постановою Кабінету Міністрів України від 20.08.2014 р. № 393 // Офіційний вісник України. – 2014. – № 71. – Ст. 1995. – С. 34

58. Порядок здійснення державного моніторингу вод: Постанова Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 р. № 758. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text>. (дата звернення 11.10.2025)

59. Примірна інструкція з охорони праці під час ведення рятувальних робіт на водних об'єктах ПІ 9.1.60 - 324 - 04 (33404) URL: https://dnaop.com/html/33404/doc-%D0%9F%D0%86_9.1.60_-_324-_04

60. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля: постанова Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 р. № 391 // Офіційний вісник України. – Київ, 1998. – № 13. – С. 91.

61. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод: постанова Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 р. № 758 // Офіційний вісник України. – Київ, 2018. – № 76. – Ст. 2537. – С. 84.

62. Про затвердження Правил безпеки людей на водних об'єктах Наказом Міністерства внутрішніх справ № 323 від 21.05.2024 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0566-17#Text>

63. Про затвердження Типового положення про басейнові ради: наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 26 січня 2017 р. № 23. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0231-17> (дата звернення: 06.11.2025).

64. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019 № 2697-VIII. [Електронний ресурс] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення 12.11.2025)

65. Рябець К. Сучасні політико-правові заходи щодо впровадження органами публічної влади інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом в Україні Наукові записки Інституту законодавства Верховної Ради України 5/2018, стор. 144-149

66. Сербов М. Г. Адаптація світового досвіду управління прісноводними ресурсами в умовах імплементації водної рамкової директиви. Український журнал прикладної економіки та техніки. 2022 р. Том 7. № 1. С. 222 – 229

67. Скакун О.В. Екологічний контроль та екологічний моніторинг водних ресурсів у мегаполісах та промислових центрах Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки Том 35 (74) № 6 2024, стор. 81-85 DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.6.1/14>

68. Скороход І.С., Ліповська-Маковець Н.І. Реалізація Інноваційно-інвестиційних проєктів в екологічній сфері. Причорноморські економічні студії. Одеса, 2018. Вип. 30. Ч. 2. С. 19 – 23

69. Сметанін К. В. Особливості використання безпілотних літальних апаратів в екологічному моніторингу Системи управління, навігації та зв'язку, 2018, випуск 3(49) стор. 22-25 DOI: 10.26906/SUNZ.2018.3.022

70. Стародуб Ю., Гаврись А., Ковальчук В., Рогуля А., Філіппова В. Досягнення стабільного розвитку територій шляхом реалізації проєкту визначення зон паводкового затоплення в Україні «Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація», Том 6 № 1 (2022) стор. 103-114 DOI: <https://doi.org/10.31731/2524.2636.2022.6.1.103-114>

71. Степаненко, С. В. (2020). Основи охорони праці: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури

72. Стратегія розвитку водної політики України – Водна Стратегія. [Електронний ресурс] URL:

https://mepr.gov.ua/files/KMU_Water%20Strategy_new.pdf (дата звернення 12.11.2025)

73. Ткачук О.П., Вергеліс В.І. Система екологічного моніторингу поверхневих вод ставків Екологічні науки, 2024. – № 3(54), стор. 39-43

74. Ткачук О.П., Мазур О.В. Обґрунтування системи моніторингу поверхневих вод басейновим управлінням водних ресурсів р. Південний Буг Екологічні науки № 3(54), 2024 р., стор. 70-75, DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.3-54.9>

75. Управління екологічними проєктами: навч. посіб. Для здобувачів за освітніми програмами спеціальностей 101 «Екологія», 183 «Технології захисту навколишнього середовища», 073 «Менеджмент» / В.О. Хрутьба, В.І. Зюзюн, Ю.С. Хрутьба, І.І. Галак, Р.С. Лисак; Національний транспортний університет. – Київ: НТУ, 2022. – 186 с.

76. [Хільчевський В.К. Водна політика: світові тенденції, стан в Україні Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2023. № 4 \(70\) стор. 6-22 DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2023.4.1>](#)

77. Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Забокрицька М.Р. Управління річковими басейнами: навч. посібник – К.: ДІА, 2024. – 236 с.

78. Хрутьба Ю. С., Пацева І. Г., Алпатова О. М., Хрутьба О. В., Пацев І. С. Концепція GREENPM в управлінні природоохоронними проєктами в контексті сталого розвитку Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки, випуск 1, 2024, стор. 82-88 DOI <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2024.1.11>

79. Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Кірейцева Г.В., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В., Хоменко С.В. Особливості планування та реалізації моніторингу малих річок в умовах урбанізації та військових дій Науковий вісник Херсонського державного університету Випуск 21. 2024, стор. 36-46 DOI <https://doi.org/10.32999/ksu2413-7391/2024-21-4>

80. Широков М.А. Формування національної системи моніторингу сталого водоспоживання Причорноморські економічні студії Випуск 32. 2018 р., стор. 197-201
81. Штик Ю.В., Скібіцька Л.І., Назаренко О.П. Управління проектами екосистемних послуг підприємницьких структур в умовах сталого розвитку Економіка та управління підприємствами Випуск 73. 2023, стор. 117-120 DOI: <https://doi.org/10.32782/infrastruct73-21>
82. Штогрин Г.С. Імплементация принципів інтегрованого управління в системі галузевих підкомплексів водного господарства Економіка природокористування та охорони навколишнього середовища Випуск 19. 2018, стор. 413-420
83. Шурин І.А., Комарницький Я.О. Забезпечення пожежної безпеки на об'єктах різноманітного призначення. Методичні рекомендації. – Львів, 2020 р. – 57 с.
84. Щипцов О.А., Гордєєв А.Ю., Стефанов Г.С., Тимчук І.В., & Федосєєнков С.Г. (2021). Неможливо керувати тим, що ще не виміряно. Океанографічний журнал (Проблеми, методи та засоби досліджень Світового океану), 3(14), С. 60-70.
85. Щипцов О.А. (2022). Експериментальний зразок гідрофізичного програмно-технологічного комплексу. Океанографічний журнал (Проблеми, методи та засоби досліджень Світового океану), 4(15), С. 3-24
86. Aertgeerts, R. (2009). Progress and challenges in water and sanitation. Desalination, 248(1–3), 249–255
87. Bain, R. E. S., Gundry, S. W., Wright, J. A., Yang, H., Pedley, S., & Bartram, J. K. (2012). Accounting for water quality in monitoring access to safe drinking-water as part of the Millennium Development Goals: lessons from five countries. Bulletin of the World Health Organization, 90, 228–235.
88. Bartram, J., Brocklehurst, C., Fisher, M. B., Luyendijk, R., Hossain, R., Wardlaw, T., & Gordon, B. (2014). Global monitoring of water supply and sanitation:

history, methods and future challenges. *International journal of environmental research and public health*, 11(8), 8137–8165.

89. Borja, Á., Elliott, M., Carstensen, J., Heiskanen, A.-S., & van de Bund, W. (2010). Marine management–towards an integrated implementation of the European Marine Strategy Framework and the Water Framework Directives. *Marine pollution bulletin*, 60(12), 2175–2186.

90. Carvalho, L., Mackay, E., Cardoso, A., Baattrup-Pedersen, A., Birk, S., Blackstock, K., Solheim, A. (2018). Protecting and restoring Europe's waters: An analysis of the future development needs of the Water Framework Directive. *Science of The Total Environment*, 658. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.255>

91. Crocker, J., & Bartram, J. (2014). Comparison and cost analysis of drinking water quality monitoring requirements versus practice in seven developing countries. *International journal of environmental research and public health*, 11(7), 7333–7346.

92. Danert, K. (2015). Messy, varied, and growing: country-led monitoring of rural water supplies. *From Infrastructure to Services: Trends in Monitoring Sustainable Water, Sanitation and Hygiene Services*. Practical Action Publishing, Rugby, UK

93. Fritsch, O. (2017). Integrated and adaptive water resources management: exploring public participation in the UK. *Regional Environmental Change*, 17, 1933–1944.

94. Hablovskiy B., Hablovska N., Shtohryn L., Kasiyanchuk D., Kononenko M. The Long-Term Prediction of Landslide Processes within the Precarpathian Depression of the Cernivtsi Region of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. № 24(7). pp. 254-262. <https://doi.org/10.12911/22998993/164753>

95. Hematulin W., Kamsing P., Torteeka P., Somjit T, Phisannupawong T., Jarawan T. Trajectory planning for multiple UAVs and hierarchical collision avoidance based on nonlinear Kalman filters. *Drones*. 2023. № 7. P. 142

96. Innovative Water Quality and Ecology Monitoring Using Underwater Unmanned Vehicles: Field Applications, Challenges and Feedback from Water

Managers [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://www.mdpi.com/2073-4441/12/4/1196>

97. Jang, H., & Lee, J. Water quality monitoring and management: a review on big data analytics and landscape tools. *Journal of Water and Health*, 14(3). 2016 S.349-366

98. Lahun A.E., Kukharska N.P., Chyshynska-Hlybovych L.I. Improving environmental protection using fuzzy logic algorithms for analysis of water resource changes *Bulletin of Lviv State University of Life Safety*, №31, 2025, p. 91-100 DOI: 10.32447/20784643.31.2025.10

99. Lithuanian Environmental Protection Agency. URL: <https://aaa.lrv.lt/en>

100. Ohlson, D. W. (1999). Exploring the application of adaptive management and decision analysis to integrated watershed management. Retrieved from <https://open.library.ubc.ca/collections/831/items/1.0089039>

101. Ravesteijn, W., Song, X., & Wennersten, R. (2009). The 2000 EU Water Framework Directive and Chinese Water Management: Experiences and Perspectives. *WIT Transactions on Ecology and the Environment* (Vol. 124). DOI: <https://doi.org/10.2495/RM090041>

102. Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content>

103. River basin management in a changing climate. URL: https://environment.ec.europa.eu/publications/river-basin-management-changing-climate_en?utm.com

104. Strengthening the Water Monitoring Capacities in Ukraine [Електронний ресурс] <https://euwipluseast.eu/en/partners-countries-activities-ukraine/ukraine/water-monitoring-capacities> (дата звернення 02.11.2025 р.)

105. The Advantages of Underwater Drones for Aquatic Agriculture and Aquaculture [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ts2.space/en/the-advantages-of-underwater-drones-for-aquatic-agriculture-and-aquaculture>

106. Water Framework Directive - River Basin Management Plans.
[Электронный ресурс]URL: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/water-framework-directive-rbmp?utm.com>

107. WRRL: Bewirtschaftungsplan und weitere Dokumente von FGG Weser in Hessen, 2022-2027. [Электронный ресурс]URL: https://www.wasser.de/storedquery.html?page=QueryResult&state=ct:ReportingType;cl:REPORTING_TYPE_ID;vl:2;op:locate,ct:Zyklus;cl:ZYKLUS_ID;vl:3;op:locate,ct:Tag2;cl:TAG_IDS;vl:5;op:locate,ct:Richtlinie;cl:RICHTLINIE_IDS;vl:1;op:locate

ДОДАТКИ

Додаток А

Нормативно-правові акти якими впроваджено норми «Водної Рамкової Директиви»

№	Назва нормативного документу	Дата прийняття
1	2	3
1	Водний Кодекс України	від 06.06.1995 р. № 213/95-ВР
2	Податковий кодекс України	від 02.12.2010 р. № 2755-VI
3	Кодекс України про надра	від 27.07.1994 р. № 132/94-ВР
Закони України		
4	«Про охорону навколишнього природного середовища»	від 25.06. 1991 р. № 1264-XII
5	«Про водовідведення та очищення стічних вод»	від 12.01.2023 р. № 2887-IX
6	«Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року»	від 28.02.2019 р. № 2697-VIII
7	«Про затвердження Загальнодержавної програми охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів»	від 22.03.2001 р. № 2333-III
8	«Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення»	від 01.10.2023 р. № 2918-III
9	«Про систему громадського здоров'я»	від 11.02.2024 р. № 2573-IX
10	«Про приєднання України до Конвенції про охорону та використання транскордонних водотоків та міжнародних озер»	від 01.07.1999 р. № 801-XIV
11	«Про ратифікацію Конвенції щодо співробітництва по охороні та сталому використанню ріки Дунай»	від 17.01.2002 р. № 2997-III
12	«Про ратифікацію Договору між Кабінетом Міністрів України та Урядом Республіки Молдова про співробітництво у сфері охорони і сталого розвитку басейну річки Дністер»	від 07.06.2017 р. № 2086-VIII
13	«Про об'єкти підвищеної небезпеки»	від 18.01.2001 р. № 2245-III
Постанови Кабінету Міністрів України		
14	«Про затвердження Порядку розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти та перелік забруднюючих речовин, скидання яких у водні об'єкти нормується»	від 11 .09.1996 р. № 1100
15	«Про затвердження Правил охорони внутрішніх морських вод і територіального моря від забруднення та засмічення»	від 19.02.1996 р. № 269
16	«Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля»	від 30.03.1998 р. № 391
17	«Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами»	від 25.03.1999 р. № 465

1	2	3
18	«Про затвердження Порядку розроблення плану управління річковим басейном»	від 18.05.2017 р. № 336
Розпорядження Кабінету Міністрів України		
19	«Про затвердження Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища на період до 2025 року»	від 21 .04.2021 р. № 443
20	«Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року»	від 09.12.2022 р. № 1134
Накази		
21	Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Державних санітарних правил і норм скидання з суден стічних, нафтоутримуючих, баластних вод і сміття у водоймища (ДСанПН 199-97)»	від 09.07.1997 р. № 199
22	Наказ Державної комісії України по запасах корисних копалин «Про затвердження Інструкції із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ питних технічних підземних вод»	від 04.02.2000 р. № 23
23	Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України «Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів»	від 20.07.2009 р. № 389
24	Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»» (ДСанПН 2.2.4-171-10)	від 12.05.2010 р. № 400
25	Наказ Мінагрополітики «Про затвердження Нормативів екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства, щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК5), хімічного споживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту)»	від 30.07.2012 р. № 471
26	Наказ Мінприроди «Про затвердження Переліку забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод»	від 06.02.2017 р. № 45
27	Наказ Мінприроди «Про затвердження Методики визначення масивів поверхневих та підземних вод»	від 14.01.2019 р. № 4
28	Наказ Мінприроди «Про затвердження Методики віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод»	від 14.01.2019 р. № 5

Продовження Додатку А

1	2	3
29	Наказ Міндовкілля «Про затвердження планів-графіків процесу розроблення проєктів планів управління річковими басейнами»	від 27.11.2020 р. № 313
30	Наказ Міндовкілля «Про затвердження Методичних рекомендацій з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами»	від 05.03.2021 р. № 173
31	Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення»	від 02.05.2022 р. № 721