**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра загальної та прикладної екології і зоології**

**Кваліфікаційна робота**

**бакалавра**

на тему ЕКОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ ГИРЛОВОЇ ДІЛЯНКИ Р. ДУНАЙ В РАЙОНАХ ПИТНИХ ВОДОЗАБОРІВ

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE WATER QUALITY OF THE ESTUARY OF THE DANUBE RIVER IN THE AREAS OF DRINKING WATER ABSTRACTS

Виконала: студентка 4 курсу, групи 6.1010

спеціальності 101 Екологія

освітньо-професійної програми Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування

 Кулешова Світлана Сергіївна

Керівник                       доцент, доцент, к.б.н. Домбровський К.О.

Рецензент                            доцент, доцент, к.б.н. Воронова Н.В.

Запоріжжя – 2024

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Біологічний факультет

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології, д.б.н., професор

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.Ф. Рильський

«29» вересня 2024 року

**ЗАВДАННЯ**

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Кулешової Світлани Сергіївни\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Тема роботи ***«***Екологічне оцінювання якості води гирлової ділянки р. Дунай в районах питних водозаборів»

«Ecological assessment of the water quality of the mouth of the Danube River in the areas of drinking water intakes»

керівник роботи Домбровський К.О., доцент, доцент, к.б.н.

затверджена наказом ЗНУ від «27» грудня 2023 року № 2232-с

1. Строк подання студентом роботи квітень 2024 року.
2. Вихідні дані до роботи: польові дослідження.
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1) Визначити вміст деяких гідрохімічних показників у воді питних водозаборів міста Києва та порівняти їх із значеннями ГДК. 2) Проаналізувати які саме гідрохімічні показники води водойм перевищують нормативи ГДК. 3) Оцінити якість води питних водозаборів міста Києва за значеннями індексу забруднення води та встановити клас якості води водойми.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): таблиць 1.1, 2.1-2.2, 3.1-3.8: рисунків 1.1-1.2, 2.1.

6. Консультанти розділів роботи

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Розділ | Прізвище, ім’я, по батькові та посада консультанта | Підпис, дата |
| завдання видав | завдання прийняв |
| 4 | Воронова Н. В, доцент, к.с.г.н. |  |  |

7. Дата видачі завдання 29 вересня 2023 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітки |
| 1. | Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи. | Лютий-Березень 2024 р. | Виконано |
| 2. | Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи. | Березень 2024 р. | Виконано |
| 3. | Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи. | Березень-Квітень 2024 р. | Виконано |
| 4. | Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту  | Березень-Квітень 2024 р. | Виконано |
| 5. | Оформлення кваліфікаційної роботи.Передзахист роботи. | Квітень 2024 р. | Виконано |
| 6. | Рецензування кваліфікаційної роботи | Травень 2024 р. | Виконано |
| 7. | Захист кваліфікаційної роботи | Травень 2024 р | Виконано |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Студент |  |  |  | С.С. Кулешова |
|  |  |  |  |  |
| Керівник роботи |  |  |  | К.О. Домбровський |
|  |  |  |  |  |
| **Нормоконтроль пройдено** |
| Нормоконтролер |  |  |  | Н.М. Притула |

РЕФЕРАТ

В роботі 60 сторінок, 6 таблиць, 10 рисунків, було використано 39 літературних джерел, із них 3 іноземною мовою.

Представлена кваліфікаційна робота присвячена вивченню якості вод нижньої частини р. Дунай. В ході роботи проводилось опрацювання літературних джерел як вітчизняних, так і іноземних авторів, які стосувалися визначення якості поверхневих водних об’єктів. Порівнювались системи нормування стану поверхневих вод в Україні та європейських країнах. Зроблено висновки про екологічну якість двох питних створів в нижній частині р. Дунай та надано рекомендації з покращення якості води в цих створах.

Метою роботи було визначити сучасні аспекти медико-екологічної та санітарно-гігієнічної оцінки питної води в гирловій частині р. Дунай.

Об’єктом дослідження були питні водозабори в гирловій частині р. Дунай.

Предмет дослідження стала якість води питних водозаборів гирлової ділянки р. Дунай.

Методи дослідження: аналіз наукової літератури тa узaгaльнення науково-теoретичних і експериментальних даних.

Теоретично та експериментально визначено: систематизовано сучасні дані щодо якості води та зроблено оцінку екологічного стану гирлової ділянки р. Дунай. Визначено чинники антропогенного навантаження на екосистему р. Дунай. Охарактеризовано заходи безпеки під час збору та аналізу водних зразків.

Дунай, антропогенне навантаження, питна вода, якість, санітарні норми, водні зразки, створи

ANNOTATION

The work has 60 pages, 6 tables, 10 figures, 39 literary sources were used, 3 of them in a foreign language.

The presented qualification work is devoted to the study of the water quality of the lower part of the Danube River. In the course of the work, literary sources which were related to the determination of the quality of surface water bodies of both Ukrainian and foreign authors were studied, The systems of standardizing of ecological quality of surface waters in Ukraine and European countries were compared. Conclusions were made about the ecological quality of two drinking bodies in the lower part of the Danube River and recommendations were given for improving the quality of water in these bodies.

The main goal of the work was to determine modern aspects of the ecological and sanitary-hygienic assessment of drinking water in the estuary of the Danube River.

The object of the study was drinking water intakes in the estuary of the Danube River. The subject of the study was the water quality of the drinking water intakes of the mouth of the Danube River.

Research methods: analysis of scientific literature and generalization of scientific-theoretical and experimental data.

Theoretically and experimentally was determined: modern data on water quality were systematized and an assessment of the ecological condition of the Danube River estuary was made. The factors of anthropogenic load on the ecosystem of the Danube River were determined. Safety measures during the collection and analysis of water samples are described.

Danube, anthropogenic load, drinking water, quality, sanitary standards, water samples, create

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров’я;

ООН – Організація Об’єднаних Націй;

ДСанПін – Державні санітарні правила і норми;

ЗМІ – засоби масової інформації;

ПВ – питна вода;

ГДК – гранично допустимі концентрації хімічних речовин для питних потреб;

ЗМЧ – загальне мікробне число;

БГКП – бактерії групи кишкової палички;

БП – біохімічні процеси;

ТЕС – теплові електростанції;

АЕС – атомні електростанції;

рН – водневий показник;

ІН – індекс небезпеки;

МПВ – масиви поверхневих вод.

ЗМІСТ

[ВСТУП 8](#_Toc168658088)

[РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ 11](#_Toc168658089)

[1.1 . Теоретичні основи оцінки якості води у питних водозаборах 11](#_Toc168658090)

[1.2 Основні чинники антропогенного навантаження на екосистему р. Дунай 15](#_Toc168658091)

[1.3 . Сучасний гідроекологіний стан та якість води гирлової ділянки р. Дунай 22](#_Toc168658092)

[РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 26](#_Toc168658093)

[2.1 Опис об’єкта дослідження 26](#_Toc168658094)

[2.2.Методи збору та аналізу зразків води 31](#_Toc168658095)

[2.3 Критерії оцінки якості води 36](#_Toc168658096)

[РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 40](#_Toc168658097)

[3.1 Основні гідрохімічні показники питних водозаборів нижньої ділянки р. Дунай 40](#_Toc168658098)

[3.2 Визначення біологічних показників та вмісту шкідливих речовин у воді. 47](#_Toc168658099)

[РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 51](#_Toc168658100)

[4.1 Використання заходів безпеки під час збору та аналізу водних зразків 51](#_Toc168658101)

[4.2 План дій у випадку виникнення надзвичайних ситуацій під час дослідження або роботи на гирловій ділянці р. Дунай 55](#_Toc168658102)

[ВИСНОВКИ 58](#_Toc168658103)

[СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc168658104)

[ДОДАТКИ 63](#_Toc168658105)

ВСТУП

*Актуальність теми.* Оскільки територія України відноситься до відносно мало забезпечених питною водою областей, то проблема якісної питної води є надзвичайно актуальною.

Невідповідність якості питної води (ЯПВ) нормативним вимогам є однією з причин поширення багатьох інфекційних (вірусного гепатиту А, черевного тифу тощо) та неінфекційних захворювань (наприклад, захворювань органів травлення тощо). За даними ВООЗ, понад 80 % захворювань пов'язані з низькою якістю питної води. Щороку від таких захворювань страждає приблизно 20% населення України.

Стан людського організму залежить від внутрішнього гомеостазу та зовнішніх факторів. Особливу роль у цьому процесі відіграє питна вода. На неї припадає близько 65-70% маси тіла людини і вона є важливою складовою клітин, вона є важливим компонентом основи міжклітинної рідини, плазми та лімфи, і є не тільки розчинником, але й важливим регулятором життєдіяльності організму.

Проблема чистої води з кожним роком стає все серйознішою і набуває все більшого економічного, соціального та екологічного значення. Нерівномірність розподілу прісної води в різних регіонах світу, в тому числі в межах окремих країн, а також зростаюче споживання прісної води промисловими і сільськогосподарськими споживачами є глобальною проблемою.

Зростання споживання прісної води промисловим і сільськогосподарським виробництвом та комунальним господарством відбувається на тлі безперервного погіршення якості природних вод через антропогенні причини.

Забезпечення населення якісною питною водою залишається однією з ключових проблем України. В нашій країні 2,5-3,0 дм3 води споживається людиною на добу. Залежно від умов навколишнього середовища цей показник змінюється.

Якість води у системі централізованого водопостачання в Україні забезпечується очисними спорудами. Проте, існуючі системи поетапної очистки (механічна та хімічна) не завжди гарантують задовільний стан очищених вод через зношеність та відсутність модернізації згідно зі світовими стандартами. Відповідно, пріоритетним напрямком покращення якості питної води є вдосконалення та модернізація систем водопостачання. Необхідно звернути увагу на поновлення та розробку зон санітарної охорони водозаборів, будівництво та реконструкцію систем водопідготовки з новими водоочисними спорудами, доочищення води в домогосподарствах тощо [1].

Крім того, норми, які на сьогодні застосовуються в Україні для оцінки якості як питної, так і взагалі поверхневих вод є застарілими і не включають весь спектр показників, які необхідно оцінювати. В останні десятиліття у зв’язку з процесами європейської інтеграції нашої країни дедалі більше аспектів нормування якості питної та поверхневої води приводяться у відповідність до європейських норм. Це є закономірний процес, оскільки Україна територіально знаходиться в центрі Європи та система господарювання в нашій країні вносить свій вклад в якість вод деяких європейських водних басейні, наприклад басейнів р. Дунай. Відповідно, діюче екологічне законодавство повинно враховувати норми для оцінки якості поверхневих вод, які прийняті в Європі, а вони включають великий спектр показників не тільки хімічної якості, а й геморфологічної та біологічної, формуючи цілісний екосистем ний підхід, який охоплює не лише хімію води та якість життя людини, а й якість життя всіх живих організмів у даному водному біогеоценозі [2].

*Метою* кваліфікаційної робити є оцінка якості води поверхневого водного об’єкту р. Дунай в районах питних водозаборів за гідрохімічними показниками.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні **завдання**:

1) визначити вміст деяких гідрохімічних показників у воді питних водозаборів біля м. Кілія та м. Вилкове й порівняти їх із значеннями ГДКр.;

2) проаналізувати які саме гідрохімічні показники води поверхневого водного об’єкта перевищують нормативи ГДКр.;

3) оцінити якість води досліджених питних водозаборів нижньої ділянки р. Дунай за значеннями індексу забруднення води.

*Об’єкт дослідження:* питні водозабори в гирловій частині р. Дунай.

*Предмет дослідження*: якість води питних водозаборів гирлової ділянки р. Дунай

*Методи дослідження:* аналіз наукової літератури тa узaгaльнення науково-теoретичних і експериментальних даних.

*Наукова новизна отриманих результатів.* Вперше систематизовано сучасні дані щодо якості води та зроблено оцінку концентрацій шкідливих речовин гирлової ділянки р. Дунай

*Практичне значення роботи.* Результати дослідження можуть бути використані для навчального процесу та подальшого аналізу екологічної оцінки безпеки питного водоспоживання в Україні.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Теоретичні основи оцінки якості води у питних водозаборах

Важливо споживати достатню кількість води належної якості. Питна вода повинна бути безпечною в хімічному, санітарно-епідеміологічному і в радіологічному відношенні.

З гігієнічної точки зору оптимальною є ситуація, коли вода в джерелах водопостачання повністю відповідає сучасним вимогам до доброякісної питної води. Така вода не має потреби в обробці, і важливо лише не погіршити її якість на етапах забору із джерела і подачі споживачам. Виходячи з наведеної вище гігієнічної характеристики, такими джерелами можуть бути підземні міжпластові води, найчастіше – артезіанські (напірні). В інших випадках вода джерел, особливо поверхневих, потребує поліпшення якості: зменшенні мутності (освітлення) і кольоровості (знебарвлення), видаленні патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів (знезаражування), іноді – поліпшенні хімічного складу (опріснення, пом’якшення, дефторування, фторування, знезалізнення тощо). Незважаючи на постійне вдосконалення методів водопідготовки, їхні можливості мають певні технологічно і економічно обґрунтовані обмеження.

Вода джерел централізованого господарсько-питного водопостачання повинна бути такою, щоб сучасні методи водопідготовки дозволили одержати доброякісну питну воду, яка за всіма показниками відповідала б нормативним вимогам.

Особливої уваги заслуговують ті показники якості води, які мало змінюються в процесі звичайної обробки, що передбачає освітлення, знебарвлення і знезаражування [2].

Вміст домішок та мікробіологічні показники у воді не повинні перевищувати діючі санітарні норми [1].

Більшість (75%) питного водопостачання в Україні базується на поверхневих джерелах.

Поверхневі водойми отримують воду за рахунок як атмосферних опадів, так і підземних вод. Оскільки водойми поповнюються переважно атмосферними опадами, хімічний склад води в них в основному залежить від гідрометеорологічних умов і помітно коливається протягом року. У той же час на хімічний склад води суттєво впливає характер ґрунтів на території водозбору - площі, з якої поверхневий стік в остаточному підсумку попадає в конкретну водойму. Під час формування поверхневих водойм вода контактує переважно з породами і ґрунтами на поверхні землі, тому вона звичайно містить мало солей і є прісною.

Для відкритих водойм характерна мінливість якості води, яка може змінюватися залежно від сезону року і навіть погоди.

Відкриті водойми легко забруднюються ззовні. У природних умовах спостерігається певне забруднення зваженими і гуміновими речовинами, залишками рослин, які вимивають ся поверхневим стоком із ґрунту, продуктами життєдіяльності тварин і птахів, риб і водоростей. Тому, з епідеміологічної точки зору відкриті водойми потенційно небезпечні.

Основним джерелом забруднення є стічні води, які утворюються внаслідок використання води в побуті, на промислових підприємствах, тваринницьких і птахівницьких комплексах і ін. Особливо небезпечний спуск у водойми неочищених або недостатньо очищених стічних вод [2].

Якість природних вод оцінюється трьома способами: фізико-хімічним, бактеріологічним і біологічним. Кожен з них дає змогу отримувати важливу інформацію, а при їх застосуванні разом – оцінювати водне середовище з екологічних позицій [3].

При фізико-хімічному способі визначається прозорість води, концентрація завислих частинок (каламутність), іонний склад, загальна мінералізація, наявність органічних і біогенних речовин, концентрація розчинених газів, активна реакція води (рН) тощо. Ці абіотичні характеристики дуже важливі, але недостатні для повного уявлення про стан водної екосистеми. Більш повну інформацію про реакцію екосистеми на забруднення можна отримати, аналізуючи якісний і кількісний склад гідробіонтів, наявність чи відсутність в їх тілі небезпечних для життєдіяльності речовин.

Біологічні методи оцінки якості води базуються на оцінках реакції планктону, бентосу, макрофітів та риб на надходження у водне середовище хімічних речовин мінерального і органічного походження. Ступінь забруднення водних об'єктів оцінюється за наявністю (або відсутністю) організмів-індикаторів, виходячи з порівняння видового різноманіття, чисельності і біомаси населення забруднених і чистих зон. При такому порівнянні користуються абсолютними величинами та індексами видового різноманіття [4].

На основі цих показників складається повна інтегральна оцінка екологічної якості водойми, а, відповідно, і з’являється більш повна інформація про якість води, в тому числі і для питних потреб.

Основою екологічної оцінки є класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв, побудована за екологічним принципом. Вона включає загальні і специфічні показники, які характеризують якість води. До загальних показників належать сольовий склад і трофосапробність вод, які можуть змінюватись під впливом природних процесів і господарської діяльності. Специфічні показники характеризують вміст у воді забруднюючих речовин – токсикантів і радіонуклідів.

Комплексна екологічна класифікація якості поверхневих вод суші включає три групи спеціалізованих класифікацій, а саме: за сольовим складом, за трофосапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями і за вмістом специфічних речовин (токсичної і радіоактивної дії), а також за рівнем токсичності води [5].

Мінералізація та іонний склад води відображають природні умови формування якості води. Мова йде про надходження солей з ґрунтів прилеглих територій і перехід їх у водне середовище. Але мінералізація та іонний склад води можуть змінюватись під впливом антропогенних чинників (надходження солей із стічними водами та з водозбірної площі). З метою оцінки такого впливу вводиться класифікація якості прісних гіпогалінних, олігогалінних та (β-мезогалінних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу [6].

Друга група показників якості води об'єднує трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) критерії. Вона включає гідрофізичні показники, що характеризують прозорість води та наявність завислих речовин і гідрохімічні показники - рН, вміст азоту (амонійного, нітритного, нітратного), фосфору (фосфатів), розчиненого кисню, перманганатну та біхроматну окисненість, БСК5. Ці показники характеризують абіотичну складову екосистеми та умови існування гідробіонтів.

До екологічних бактеріологічних показників належать чисельність бактеріопланктону та сапрофітних бактерій. До трофо-сапробіологічної класифікації включений індекс сапробності, який дає змогу інтегрально оцінювати ступінь забруднення внаслідок надходження стічних вод, а також внутрішньоводоймного Продукування органічної речовини. Важливу інформацію для екологічної класифікації якості вод дає біоіндикація сапробності з урахуванням індексів сапробності, отриманих за системами Пантле-Букка (за фіто- та зоопланктоном або зообентосом) [7] і Гуднайта-Уітлі (за зообентосом).

Класифікація якості води за рівнем радіоактивного забруднення базується на виявленні найбільш небезпечних радіонуклідів, які набули поширення у водних об'єктах після випробувань ядерної зброї, внаслідок експлуатації атомних електростанцій та після ядерних аварій. Це, в першу чергу, стронцій-90 та цезій-137 [8].

Всі інші класифікації комплексної системи екологічної оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв України побудовані за однаковим принципом: поділяють води на п'ять класів та сім підпорядкованих їм категорій. На основі елементарних і узагальнюючих ознак якості води визначаються класи та категорії стану вод, їх чистоти (забруднення), зони сапробності, ступеня трофності (табл. 1.1). Визначені за цими ознаками класи і категорії якості вод відображають природний стан, а також ступінь антропогенного забруднення поверхневих вод суші та естуаріїв [9].

Таблиця 1.1 – Класи та категорії якості поверхневих вод суші та естуаріїв України за екологічною класифікацією

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Клас якості вод | І | II | III | IV | V |
| Категорія якості вод | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Назва класів і категорій якості вод за їх станом | Відмінні | Добрі | Задовільні | Погані | Дуже погані |
| Відмінні | Дуже добрі | Добрі | Задовільні | Посередні | Погані | Дуже погані |
| Назва класів і категорій якості вод за ступенем їх чистоти (забрудненості) | Дуже чисті | Чисті | Забруднені | Брудні | Дуже брудні |
| Дуже чисті | Чисті | Досить чисті | Мало забруднені | Помірно забрудне-ні | Брудні | Дуже брудні |
| Трофність (переважаючий тип) | Оліготрофні | Мезотрофні | Евтрофні | Політрофні | Гіпертрофні |
| Оліготрофні – оліго- мезо-трофні | Мезотрофні | Мезо-евтрофні | Евтрофні | Евполі-трофні | Політрофні | Гіпертрофні |
| Сапробність | Олігосапробні | (β-мезосапробні | α -мезосапробні | Полісапробні |
| β-оліго-сапробні | α-оліго-сапробні | (β'-мезо-сапробні | β"-мезо-сапробні | α'-мезоса-пробні | α"-мезоса-пробні | Полісапробні |

1.2 Основні чинники антропогенного навантаження на екосистему р. Дунай

Басейн річки Дунай розташований у чотирьох областях України (Закарпатській, Івано-Франківській, Чернівецькій та Одеській). Соціально-економічна структура басейну є передумовою для формування антропогенного навантаження на поверхневі води.

Основними факторами антропогенного навантаження є:

* підприємства в різних секторах економіки;
* сільське господарство;
* берегоукріплювальні споруди на малих та середніх річках, що перешкоджають вільному стоку води та переміщенню водних організмів, перетворюючи прохідний режим річки на акумулятивний [10].

Характеристика антропогенного навантаження та його впливу повинна бути проведена на підставі хімічних, фізико-хімічних та гідроморфологічних показників, які відображають умови існування біотичної складової водних екосистем. Зміна вказаних параметрів за умови значного антропогенного навантаження може призвести до ризику недосягнення «доброго» екологічного стану вод.

Для басейну р. Дунай було проведено державний моніторинг для оцінки антропогенного навантаження на масиви поверхневих вод (МПВ). Такий аналіз проводився з метою визначення ризиків недосягнення «доброго» екологічного стану даним басейном. За цими дослідженнями оцінка ризиків проводилась за забрудненнями з точкових, дифузних джерел та за гідроморфологічними змінами [11].

За результатами оцінки антропогенного навантаження від точкових джерел забруднення та їх потоків встановлено ризик недосягнення "доброго" екологічного стану/потенціалу для статусу МНС басейну. (рис. 1.2).

* 696 МПВ – «без ризику»;
* 90 МПВ – «можливо під ризиком»;
* 99 МПВ – «під ризиком».
* За результатами оцінки антропогенного навантаження з дифузних джерел забруднення на стан МНС басейну встановлено ризик недосягнення "доброго" екологічного стану/потенціалу (рис. 1.3) виявлено:
* 579 МПВ – «без ризику»;
* 175 МПВ – «можливо під ризиком»;
* 131 МПВ – «під ризиком»

Рисунок 1.2 – Оцінка ризику недосягнення «доброго» екологічного стану/потенціалу за результатами оцінки антропогенних навантажень від точкових джерел.

Рисунок 1.3 – Оцінка ризику недосягнення «доброго» екологічного стану/потенціалу за результатами оцінки антропогенних навантажень від дифузних джерел.

Оцінка ризику недосягнення екологічних цілей через гідроморфологічні зміни (рис. 1.4).

За результатами оцінки гідроморфологічних змін встановлено:

* 694 МПВ – «без ризику»;
* 155 МПВ – «під ризиком»;
* 36 МПВ – не визначено.

Рисунок 1.4 – Оцінка ризику недосягнення "доброго" екологічного стану/потенціалу за результатами оцінки антропогенний тиску: гідроморфічні зміни.

На основі проведених оцінок від антропогенного навантаження від різних джерел органами державного моніторингу було також зроблено загальна оцінку ризику недосягнення "доброго" екологічного стану/потенціалу (рис. 1.5)

Було виявлено:

* 394 МПВ – «без ризику»;
* 165 МПВ – «можливо під ризиком»;
* 326 МПВ – «під ризиком».

Згідно узагальненої оцінки ризиків недосягнення «доброго» екологічного стану на основі визначення антропогенного навантаження можна зробити висновок, що близько 44,5% території басейну р. Дунай знаходились поза ризиком недосягнення «доброго» екологічного стану за звітний період. Проте 36,8% територій вже були в зоні ризику. Отже, необхідно регулювати інтенсивність антропогенного навантаження на територію басейну р. Дунай [12].

Рисунок 1.5 – Узагальнена оцінка ризиків недосягнення "добрих" екологічних умов/потенціалів

Основною причиною органічного забруднення є недостатнє очищення або відсутність очищення стічних вод після їх використання населеними пунктами, промисловістю та сільськогосподарськими підприємствами. Таке забруднення може впливати на видовий склад гідробіонтів та екологічний стан водойм.

На розкладання органічних речовин витрачається велика кількість кисню, відповідно, перевищення кількості органічних забруднень призводить до різкого зниження рівня кисню у воді, що в свою чергу веде до припинення життєдіяльності водних організмів. Органічне забруднення поверхневих водних джерел оцінюється за БСК5 та ХСК [13].

За даними звіту про використання води у 2020 році загальний обсяг стічних вод, скинутих у поверхневі водні об'єкти в басейні річки Дунай, склав 123,69 млн м3, у тому числі: забруднені без очистки - 21,936 млн м3 ,забруднені внаслідок недостатнього очищення - 3 893 000 м3 , чисті без очищення - 46,069 млн. м3 , стандартні очищені - 51852 млн м3 (рис. 1.2.5).

Рисунок 1.6 – Водовідведення в басейні Дунаю у 2020 році, млн м3.

Обсяги водовідведення у поверхневі води в басейні річки Дунай у 2020 році за секторами економіки розподілилися наступним чином.

Сільське господарство (включаючи аквакультуру) – 65,733 млн м³, житлово-комунальне господарство – 52,72 млн м³, промисловість – 3,141 млн м³, інші – 2,096 млн м³.

Забруднення поверхневих вод на водозборах, здебільшого, відбувається з точкових джерел. Більшість водозборів підключені до системи централізованого водопостачання [14]. Стічні води багатьох сіл та невеликих міст часто не очищуються, оскільки такі населені пункти не підключені до централізованого водопостачання. Відповідно, вони є потенційними джерелами забруднення поверхневих та підземних вод [15].

У 2020 році органічне забруднення від комунальних точкових джерел становило 785,4 т за БСК5 та 1982,5 т за ХСК. Найбільше органічного забруднення припадає на такі міста: міста Ужгород, Чернівці та Мукачево. Ступінь очищення стічних вод на очисних спорудах дуже різниться. Очисні споруди в більшості міст перебувають в аварійному стані. Вони були побудовані за радянських часів і дуже зношені. За останні 30 років обсяг стічних вод збільшився в кілька разів, перевищивши проектну потужність очисних споруд.

Рисунок 1.7 – Скиди за секторами економіки в басейні Дунаю у 2020 році (млн м3).

Приплив стічних вод у кілька разів перевищує проєктну потужність очисних споруд, в результаті чого велика кількість недостатньо очищених або неочищених стічних вод потрапляє в басейн р. Дунай.

Згідно звітних даних основними джерелами забруднення органічними домішками в межах басейну р. Дунай є підприємства паперової та харчової промисловості. Забруднення органічними речовинами від промисловості становить 9,1 т за БСК5 та 98,9 т за ХСК.

Забруднення органічними речовинами від сільськогосподарських точкових джерел є незначним і становило 1,3 т станом на 2020 р.

У басейні Дунаю відносно мало промислових підприємств, які б становили суттєву загрозу забруднення поверхневих та підземних вод, але існують випадкові джерела забруднення, пов'язані зі стічними водами та поверхневим стоком. Часто такі випадкові забруднення пов’язані з виникненням аварійних ситуацій.

Держави-члени ЄС створили механізми для запобігання та мінімізації ризику аварійного забруднення шляхом імплементації Директиви Seveso-III- (Директива про промислові викиди – IED 11(2010/75/EU). Для країн, що не є членами ЄС, також будуть впроваджені рекомендації Конвенції ЄЕК ООН про транскордонний вплив промислових аварій.

В межах Дунайського басейну було складено перелік потенційних місць ризику виникнення аварійних ситуацій. Це існуючі промислові об'єкти, що мають високий ризик аварійного забруднення через характер хімічних речовин, що зберігаються або використовуються на цих об’єктах. Наприклад, до таких об’єктів можуть відноситись полігони та звалища відходів у зонах затоплення. Нещодавні дослідження, проведені в басейнах р. Дунай, виявили надмірний вміст синтетичних речовин (пестицидів, інсектицидів, фармацевтичних препаратів, парфумерії, склоутворюючих речовин, поліалатів тощо). Також деякі водозабори характеризувались підвищеним вмістом важких металів (цинку, міді, кадмію, нікелю, свинцю) [16].

Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України запустило електронний сервіс, який містить набори даних "Реєстр місць видалення відходів" та "Перелік об'єктів, що є найбільшими джерелами забруднення навколишнього природного середовища".

* 1. Сучасний гідроекологіний стан та якість води гирлової ділянки р. Дунай

Україна – єдина країна в басейні річки Дунай, яка одночасно включає в себе частину дельти річки Дунай і верхів'я її найбільших приток: Тиси, Прута та Сірету. Основна частина стоку Дунайського басейну на території України припадає на Карпати. Відповідно, гідрографія вище названих річок визначається гірськими умовами Українських Карпат.

Оскільки основні притоки Дунаю є міжнародними, то це значно підвищує відповідальність за ефективне управління своїми водними ресурсами для нашої країни.

Прибережні райони вздовж Дунаю, як і сама річка, що є найбільшою судноплавною артерією, значно розвинулися з точки зору економічного використання. Як наслідок, Дунай перебуває під сильним антропогенним тиском.

Щоб зрозуміти масштаби цього тиску, варто згадати дві попередні катастрофи на Дунаї:

* У січні 2000 року золотодобувна компанія Aurul gold mining аварійно викинула 100 000 тонн промислового газу в місті Бая-Маре (Румунія). Промислові відходи містили ціанід та важкі метали. Аварія призвела до забруднення річок Самош і Тиса. Рівні досягали приблизно 800 разів вище. Велика кількість забрудненої води була переправлена до Угорщини, де було виявлено до 85% ціаніду. В Угорщині загинуло 85-90% рослин і тварин в басейнах цих річок. У лютому того ж року забруднена вода потрапила на територію Югославії [13].
* У липні – серпні 2008 р. у Румунії відбулася серія повеней. Через повінь у захисній греблі на одному з озер-відстійників утворився пролом, й вода, де містилися важкі метали і ціаніди пішла в сусіднє озеро становлячи небезпеку для всього регіону;
* У жовтні 2010 року на алюмінієвому заводі в Угорщині сталася аварія, дамба, що утримувала резервуар з токсичними відходами, зруйнувалася. В результаті стався викид приблизно 1,1 млн. м3 токсичних відходів так званого "червоного шламу".

З вище зазначених прикладів можна зробити висновок про необхідність суворого контролю за технічним оснащенням підприємств, які користуються водами міжнародних річкових басейнів та якість очищення скидів.

Дунай зазнав значних гідрологічних змін за останні роки. Більшість русел малих річок нижньої течії Дунаю втратили водозбірну площу в результаті днопоглиблювальних робіт.

З точки зору охорони природи, дельта Дунаю є наймолодшим геоморфологічним середовищем в Європі. Сучасні літодинамічні процеси в дельті Дунаю визначають природні умови та господарську діяльність в регіоні. Короткострокові (1-2 роки) процеси акумуляції та ерозії морської кромки часто є оборотними і дуже мінливими після сильних штормів.

Басейн річки Кирія є безпосереднім продовженням річки Дунай в межах дельти. Вздовж своєї довжини річка Кирія кілька разів розгалужується і знову з'єднується. Дельта Кирії утворює дві морські дельти. Кілійський рукав Дунаю поділяється на лівий й правий.

На Кілійський рукав припадало майже 60% загального відтоку води. Обсяг відтоку був значно зменшився, 4% від загального відтоку Кілійського рукава. Основною причиною зникнення рибних запасів Кислиці є замулення

 Найвпливовішими сучасними морфологічними процесами в дельті Кирії є наступні [17]:

* зменшення твердого стоку Дунаю (внаслідок будівництва гребель на Дунаї та його притоках);
* перерозподіл стоку між Тульчинським й Кілійським рукавами;
* підвищення рівня води в Чорному морі.

Довгострокова тенденція полягає в тому, що частка відтоку з Тульчинського шельфу з Киргизького суходолу неухильно зростає.

Зменшення частки стоку з Кірійської групи пов'язано зі зміною водного балансу по довжині русла потоку та впровадженням водогосподарських заходів.

Реалізація водогосподарських заходів змінила гідрологічні та морфологічні характеристики русел у цій частині дельти. Стік у першій та другій внутрішніх дельтах Кілійського рукава в цілому зменшився за останнє десятиліття.

Стан дельти також змінюється. Наприклад, Очаківська протока дещо зменшилися.

У період з 2004 по 2007 роки в рукаві Бистрий та Очаківській протоці проводилися регулярні водоохоронні роботи, які дещо збільшили водний потік. Найбільше значне зменшення водного стоку в останні роки спостерігається на піщаній мілині рукава Прорва [5].

Зміна характеристик природного стоку в місці розташування водогосподарських об'єктів, що може мати значний вплив на об'єм води у водосховищі. Освоєння водних ресурсів може включати будівництво регулюючих споруд, водозаборів, дренажних споруд, повернення води та перекидання стоку з інших басейнів. Найбільший вплив на водні ресурси та донні відклади спричиняють урбанізація, лісонасадження, вирубка лісів та сільськогосподарська обробка окремих водозбірних басейнів.

Необхідно враховувати вплив антропогенних факторів при визначенні кількості та якості води у системі водних ресурсів.

2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Опис об’єкта дослідження

Дунай – найбільша річка Центральної та Південно-Східної Європи, що належить до басейну Чорного моря. За площею басейну Дунай посідає друге місце в Європі після Волги. Загальна площа басейну річки Дунай становить 817000 км2.



Рисунок 2.1 – Річка Дунай на карті.

На півночі він межує з басейнами річок Везер, Ельби, Одеру і Вісли, на північному сході – з басейном Дністра, а на півдні – з Егейським і Адріатичним морями.

Дунай утворюється в результаті злиття двох потоків, Брегу і Бригах, які беруть свій початок на східних схилах Шварцвальду. Вони з'єднуються поблизу Донауешінген (47°56' пн. ш., 8°30' сх. д.).

Загальна довжина річки від злиття цих потоків становить 2783,4 км, з яких 2414 км (від Кельхайма до Суліна) є судноплавними.

Перепад висот від місця злиття річок Бреге та Бригах становить 678 м; Середній ухил 25 см/км; витрата води в Ізмаїльському чаталі становить 6500 м3 в середньому /с (приблизно 205 км3/h) .

Від місця злиття до села Тутлинген (2747 км) Дунай тече у південно-східному напрямку, потім у південно-східному напрямку, потім у південно-східному напрямку до міста Регенсбург (2379 км).

Басейн річки Дунай розташований у помірному поясі. Наприклад, в гірських районах літо набагато коротше і прохолодніше, ніж в долинах. У долинах опадів випадає в чотири-п'ять разів менше, ніж у гірських районах.

У цих районах температура вища, а кількість опадів менша. Вищі температури і менше опадів.

Басейн річки Дунай можна розділити на три частини. Басейн Верхнього Дунаю має відносно суворий клімат. Зима зазвичай триває три місяці, з грудня по лютий. Середні температури становлять від -6 до -13°C в горах.

У деякі роки нічні температури можуть опускатися до -30°C. Літо спекотне, середня температура липня коливається від 17 до 20 20 °C, а максимальні температури досягають 36-38 °C. У горах температура падає на 0,5-0,6 °C на кожні 100 м висоти.

Середній Дунай має посушливий континентальний клімат.

Клімат. Літо триває чотири з половиною-п'ять місяців, середня температура липня – 20-23 °C, максимальна температура - 39 °C.

Низька вологість і мала кількість опадів роблять його схильним до посух. Зима триває 1,5-2 місяці. Середні температури січня на рівнинах коливаються від -0,3 до -2°C, з мінімальною температурою -30°C. Середні температури в горах коливаються від -5 до -9 °C, з мінімальною температурою -34 °C.

Нижній Дунай характеризується ще більш сухим континентальним кліматом. Середні температури січня коливаються від -2 до -6°C. Мінімальні температури коливаються від -30 до -35°C. Влітку температура сильно коливається від дня до дня і може досягати 15-20 °C, максимальна температура - 40-42 °C.

У басейні річки Дунай на характер вітрів значною мірою впливає напрямок гірських хребтів і долин. У Верхньому Дунаї – західні та північно-західні вітри; у Середньому Дунаї – східні та південно-східні вітри; у Нижньому Дунаї – східні та південно-західні вітри.

У нижній течії – південно-західні та східні. У теплу пору року напрямок вітру в басейні Дунаю змінюється на південно-західний і східний. Переважаючий напрямок вітру є більш постійним і дме переважно в західній чверті. Крім того, в басейні Дунаю спостерігаються місцеві вітри.

Це вітри гірських долин, бризи, фанові вітри, "неміряні" вітри та вітри "кошава". Саме вітер "кошава" є дуже сильним у деяких районах. Загалом, у басейні річки Дунай переважають такі вітри.

У басейні Дунаю зазвичай повільні і спокійні вітри (4 м/с). Вітри зі швидкістю понад 10-15 м/с складають 1-5%. Найсильніші вітри спостерігаються взимку.

Розподіл туманів у басейні Дунаю нерівномірний. Кількість туманних днів найбільша в гірських регіонах. У басейні річки Дунай тумани виникають переважно в долинах і водно-болотних угіддях.

Найчастіше тумани трапляються в нижній частині басейну Дунаю.

Середня кількість туманних днів у басейні нижнього Дунаю становить 50-60 днів на рік. У басейні середнього Дунаю тумани трапляються в два рази менше. Найчастіше туман з'являється вранці навесні та восени і зникає вранці.

На видимість в басейні річки Дунай в основному впливають переважно туман, дощ, піщані бурі та хуртовини. Видимість на рівнинній частині басейну в середньому становить 10 км і дещо погіршується в холодну пору року.

Опади розподіляються нерівномірно по регіонах. Кількість опадів збільшується. Середньорічна кількість опадів на рівнинах становить 500-600 мм, в Карпатах 1000-2000 мм і в Альпах 1800-2500 мм і більше. Кількість днів з опадами змінюється від 70 днів у долинах до 220 днів у горах. Найменше опадів випадає в гирлі Дунаю. У деякі роки опадів не було протягом усього літа. У теплу пору року в басейні часто випадають сильні дощі. Найменша кількість опадів випадає восени та взимку.

Рельєф. Басейн річки Дунай розділений на три частини двома гірськими хребтами. Річка Дунай розділена на три частини. Перший гірський хребет починається з хребта Хайтауер поблизу вершини Гроссглокнер (Австрія) на висоті 3798 м над рівнем моря і включає хребти Низька Вежа, Шнеберг, Лакс, Земмерінг і Мала Вежа. До нього входить хребет Земмерінг і з'єднується через Малі Карпати (Словаччина) та Білі Карпати (Чехія і Словаччина). Річка Дунай пронизує цей гірський масив біля села Девін, утворюючи Девінські ворота (кордон між Словаччиною та Австрією).

Другий гірський хребет починається в Балканських горах. У Болгарії він називається Стара-Планина, а його західне відгалуження знаходиться в Північній Македонії та Сербії. Він протікає вздовж кордону між Сербією (правий берег) і Румунією (лівий берег).

Таким чином, Дунай перетинає різні ландшафтні зони, від високогір'я на східних схилах Шварцвальду до низовини біля Чорного моря. Перепад висот від місця злиття річок Брег і Бригач становить 678 м.

За комплексом фізико-географічних та геологічних ознак Дунай прийнято поділяти на три частини: Верхній Дунай (довжина 992 км) – від витоків до с. Генью (Угорщина); Середній Дунай (860 км) – від с. Генью до м.

Дробета-Турну-Северин (Румунія) або до виходу із Залізних Воріт; Нижній Дунай (931 км) – від м. Дробета-Турну-Северин до гирла. У нижній течії річка Дунай, розгалужуючись, утворює велику болотисту дельту.

Верхній Дунай (між 2783-1791 км від гирла) - на більшій частині цього відтинку тече в гірській області, утвореній зліва Швабською та Франконською Юрою, Баварським та Чеським Лісом, а праворуч – Швабсько-Баварським плоскогір'ям та Передальпами Східних Альп.

За характером долини русла та водним режимом Верхній Дунай має гірський характер. Долина річки тут переважно вузька та глибока з крутими мальовничими схилами; нижче міста Пассау долина являє собою чергування вузьких та широких ділянок. Береги здебільшого круті; в межах передальпійського плато русло врізане в потужні відклади алювію, що приносять багатоводні альпійські притоки, значними з яких є Іллер, Лех, Ізар, Інн, Траун, Енс.

Русло переважно звивисте, на ділянках розширення воно має розгалужений і нестійкий характер, рясніючи при цьому великою кількістю мілин і перекатів. З метою поліпшення умов плавання суден проведено роботи з будівництва паралельних дамб і траверсів, які перекривають другорядні рукави, зменшуючи подрібненість водного потоку, а також з будівництва струмене направляючих дамб (бун). Крім того, на окремих ділянках річки скелясті виступи, пороги та перекати, що створювали перешкоди для судноплавства, усунуті створенням гідроспоруд. Середній Дунай (між 1791-931 км від гирла) - в основному тече Середньодунайською низовиною і за винятком ділянок Вишеградського проходу і Залізних Воріт має характер рівнинної річки [18].

Нижній Дунай (між 931-0,0 км від гирла) – майже повністю тече вздовж південної частини Нижньодунайської низовини, яка, полого підвищуючись до периферії, переходить у передгір'я Карпат. На сході Нижньодунайська низовина перетворюється на Добруджську височину, яку називають просто Добруджа. На південь від Дунаю простягається Болгарське плато - область з яскраво вираженою цілісністю та однорідністю географічного ландшафту. Плато трохи знижується до Дунаю, обриваючись до нього уступами. У нижній течії річки Нижньодунайська низовина звужується з півночі відповідними відрогами Молдовської височини, а з півдня – Добруджою. Далі низовина розширюється і перетворюється на болотисту дельту, порізану густою мережею рукавів і озер. Уздовж цих утворень тягнуться широкі берегові вали, що звужуються у напрямку до моря і переходять на його дні в піщані мілини.

За характером долини, русла та водного режиму Нижній Дунай є типово вираженою рівнинною річкою. Долина річки широка з переважною шириною біля м. Турну-Мегуреле (597 км від гирла) 7–10 км, а нижче до дельти – 8–20 км. Найбільша ширина – 28 км (нижче за м. Хиршова, 253 км від гирла), найменша ширина 3–4 км (поблизу м. Свіштів, 555 км від гирла; м. Джурджу, 493 км від гирла; селища Орлівка, 105,3 км від гирла).

2.2.Методи збору та аналізу зразків води

При відборі зразків води необхідно дотримуватися певних процедур. Відразу після відбору пробу поміщають у пробовідбірник (згідно з ГОСТ 17.1.5.04).

Залежно від показника, що вимірюється, зразок може бути попередньо оброблений відповідними хімічними реактивами або промитий дистильованою водою [19].

Проби води відбирають на приладах та обладнанні, які можна розділити на наступні категорії:

* обладнання для відбору проб води;
* обладнання для первинної обробки проб води;
* пристрої для консервації проб води.
* Пристрої для відбору проб води можна розділити за призначенням наступним чином:
* пристрої для відбору проб поверхневих вод (річки, водосховища, зрошувальні канали, дренажні канали тощо);
* пристрої для відбору проб підземних вод (колодязі, свердловини, шурфи).

Залежно від способу застосування, обладнання для відбору проб можна розділити на:

* автоматичне;
* напівавтоматичне;
* ручне.

Пристрої для відбору проб поверхневих вод (далі – пробовідбірники) повинні забезпечувати герметичність пробовідбірної камери. Якщо проба води відбирається з поверхневого шару (0,5 м), герметичність камери не є обов'язковою.

Матеріал пробовідбірника повинен бути хімічно стійким і виключати можливість зміни складу води, що відбирається. Необхідно виключити можливість зміни складу проби під час перебування пробовідбірника в камері.

Для забезпечення збереження проб поверхневих вод блок первинної обробки проб повинен бути обладнаний дозуючим пристроєм. Вузли первинної обробки проб повинні бути обладнані дозаторами місткістю 1-10 см3. Обладнання для зберігання проб повинно забезпечувати сталість складу та властивостей води від відбору до вимірювання.

Для транспортування проб води обладнання повинно бути встановлене в контейнерах, які можуть надійно зберігатися в зимових і літніх умовах. Пробовідбірники повинні бути здатні відбирати проби з глибини 2; 5; 10 м. Пробовідбірник також повинен бути модифікований таким чином, щоб дозволяти вимірювати температуру одночасно з відбором проб.

Загальні умови, яким повинен відповідати зразок, є наступними:

1. Проба повинна точно характеризувати склад водного об'єкту (або його частини), з якого вона була відібрана. Також повинні бути враховані всі обставини, які можуть впливати на хімічний склад водного об’єкта (наявність або відсутність притоку води ззовні (джерела, дренажі), нещодавні опади, посуха тощо).

2. При відборі проб слід вжити заходів для полегшення підготовки зразків до аналізу. Розчин, що відбирається, може містити тверду фазу - кристали - за нормальних умов. Тверда фаза - кристали солі або нерозчинні частинки, або і те, і інше. можуть міститися разом. У таких випадках найкраще фільтрувати розчин через сухий фільтр (або вату). Розчин може містити розчинні сполуки, такі як сірководень, оксиди і солі, залізо. Необхідно, щоб при відборі зберігалось природне співвідношення цих речовин у досліджуваній водоймі.

3. Склянки (пляшки) для відбору загальних або спеціальних проб повинні бути чистими і промитими не менше трьох разів розчином (водою), що випробовується. Зразок після відбору закривають корковою пробкою та залишають під нею невелику кількість повітря.

4. Особливу увагу слід приділяти достатньо повному та чіткому запису зразків. На етикетках вказується номер проби, назва озера (водосховища), дата відбору проби, а також те, чи проводилися якісь маніпуляції з пробою під час її відбору (фільтрація, фіксація газу тощо).

Якщо відбирається спеціальна проба, вкажіть вагу пляшки та кількість введеного реагенту. На додаток до цієї інформації, запис операцій повинен також включати наступну інформацію: географічне розташування водного об'єкта та його координати, характеристики водного об'єкта, включаючи точки відбору проб та їх характеристики, дані про прозорість і колір розчину тощо [20].

Проби для вимірювання концентрації нафтопродуктів, фенолів, поверхнево-активних речовин, важких металів і пестицидів відбираються в окремі пляшки.

Для відбору проб на різних глибинах необхідне обладнання. Обладнання повинно відповідати наступним вимогам:

* Вода, що проходить, не повинна застоюватися всередині;
* Пробовідбірник повинен бути герметичним;
* Матеріал пробовідбірника повинен бути хімічно інертним.

Для відбору проб води з різних глибин широко застосовуються автоматичні батометри, які дозволяють також одночасно вимірювати і температуру води (наприклад, батометр Молчанова) (рис. 2.2.1)



Рисунок 2.2.1 – Батометр Молчанова

Відбір проб на значних глибинах (20-30 м) часто проводиться за допомогою батометра Рутнера (рис. 2.2.2):



Рисунок 2.2.2 – Батометр Рутнера

Для зберігання зразків використовують поліетиленовий або скляний посуд. Перед використанням посуд промивають водою з точки відбору проби. Основними вимогами до посуду є міцність, стійкість до розчинення та герметичність. Для визначення нестабільних компонентів проби консервують під час відбору [21].

Зразки зберігаються в холодильнику при температурі 3-5°C. У зимові місяці, при температурі нижче 0°C, зразки переносять у тепле приміщення для аналізу.

Для процесу підготовки проб води, як правило, використовується типове лабораторне обладнання (центрифуги, екструдери, екстрактори, випарки тощо), за допомогою якого здійснюється розділення і концентрування проб, підвищується чутливість і селективність подальшого аналізу. Можливе також застосування в процесі пробопідготовки проточно-інжекційних концентруючих приставок, що працюють в автоматичному режимі – наприклад, типу ППІ-М і ППІ-Н.

Для підвищення селективності аналізу та усунення заважаючих впливів застосовуються спеціальні пристрої підготовки проб. Прикладами таких приладів є автоклавні модулі для хімічної пробопідготовки серії МКП-04 і МКП-05, що включають термостат для нагріву 6 або 10 автоклавів, пристрої для керування температурними режимами нагріву і охолодження [9].

В світовій аналітичній практиці широке розповсюдження знаходять мікрохвильові автоклавні мінералізатори фірм Perkin Elmer і СЕМ (США), Мilestone (Італія), Prolabo (Франція). Мікрохвильовий автоклавний мінералізатор фірми Perkin Elmer (США) (рис.2.2.3):



Рисунок 2.2.3 – Мікрохвильовий автоклавний мінералізатор

фірми Perkin Elmer (США)

Серед різноманітних технічних засобів контролю води особливу увагу слід звернути на групу приладів, які зараз набувають все більшого значення і застосування. Це прилади, засновані на електрохімічних методах аналізу. З практичної точки зору, їх використання для моніторингу якості води має низку важливих переваг. В першу чергу це портативність і простота в обслуговуванні. Аналіз можна проводити безпосередньо на місці відбору проб. Іншою перевагою є низька витрата реагентів (в основному для допоміжних цілей) і низька вартість обладнання (в кілька разів дешевше, ніж хроматографія і спектроскопія, в деяких випадках в десятки разів дешевше). При цьому, як правило висока специфічність і чутливість аналізу [22].

2.3 Критерії оцінки якості води

Якісна вода – це рідина, фізичні та хімічні властивості якої відповідають стандартам Міжнародної організації охорони здоров'я (МОЗ). Питна вода вважається придатною для використання лише тоді, коли її властивості відповідають цим стандартам**.**

Повну оцінку якості води можна дати на основі комплексного її дослідження, в яке входять:

1) санітарно-топографічне обстеження джерела водопостачання і навколишньої території;

2) визначення фізичних властивостей води;

3) визначення хімічного складу води;

4) визначення бактеріологічного забруднення води;

5) біологічний аналіз води.

До основних показників, які визначають фізико-хімічну якість поверхневих вод відносять: водневий показник рН, загальну мінералізацію, твердість води, окиснюваність,кислотність, лужність, температурний показник, електропровідність, концентрації шкідливих речовин. Хімічні показники можуть бути загальними та специфічними. До загальних хімічних показників якості води належать: уміст розчиненого кисню, хімічне та біохімічне споживання кисню; водневий показник; уміст азоту і фосфору та мінеральний склад. До найбільш поширених специфічних показників якості води відносять феноли, нафтопродукти, поверхнево-активні речовини (ПАР), синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), пестициди і важкі метали.

Бактеріологічні показники характеризують забрудненість води патогенними мікроорганізмами. До найважливіших бактеріологічних показників відносять: колі-індекс (кількість кишкових паличок у літрі води) та колі-титр (кількість води в мілілітрах, у якій може бути знайдена одна кишкова паличка).

Гідробіологічні показники дають змогу оцінити якість води за тваринним населенням та рослинністю водоймищ. Зміна видового складу водних екосистем може відбуватися за настільки слабкого забруднення водних об’єктів, яке не виявляється жодними іншими методами. Тому гідробіологічні показники є найбільш чутливими [23].

Деякі гідробіонти можуть використовуватись в якості індикаторів для оцінки якості поверхневих вод. Зазвичай використовують такі параметри: загальна чисельність видів (біомаса), чисельність одного виду, показники видового різноманіття та рівень трофності.

Трофність – це особливість первинної продукції водного об'єкта. Трофність залежить від фізичних характеристик і хімічного складу водного середовища. Водойми можуть бути низько (оліготрофні), середньої (мезотрофні), високої (евтрофні), дуже високої (евтрофні) і дуже високої (евтрофні) первинної продукції.

За вмістом органічної речовини водойми зазвичай поділяють за показниками сапробності. Відповідно до цього підходу, водний об'єкт (або територію) можна розділити на полісапробні, мезосапробні та олігосапробні. Полісапробні води є найбільш забрудненими. Кожному рівню сапробності відповідає свій набір індикаторних організмів. На основі індикаторних значень організмів та їхньої чисельності розраховується сапробіотичний індекс і визначається рівень сапробності [24].

Індекси видового різноманіття (Маргалефа, Менхініка, Шенона та ін.) характеризують структуру водних екосистем. Вони змінюються залежно від стану водного середовища. Як правило, видове різноманіття змінюється зі збільшенням ступеня забруднення води. Відповідно, зміни структурних характеристик екосистем є індикатором змін якості води [13].

ГДК забруднюючих речовин виконують важливу функцію стандартів якості води. Вони виконують важливу функцію стандартів якості води і призначені для забезпечення здоров'я людей та інших організмів (водних організмів), а також для регулювання скидання забруднюючих речовин у водне середовище.

Концепція ГДК базується на концепції порогової дії хімічних речовин. Згідно з цією концепцією, для кожної речовини існують концентрації, які викликають певні шкідливі зміни в живих організмах.

Тривалий час розроблялися і використовувалися два типи ГДК - санітарні ГДК та рибогосподарські ГДК. Гігієнічна ГДК хімічної речовини у воді - це максимальна концентрація, яка при впливі на організм людини прямо чи опосередковано не впливає на здоров'я теперішнього та майбутніх поколінь і не погіршує санітарних умов водокористування [25].

Методологічна схема гігієнічного та санітарного нормування ГДК включає наступні дослідження вивчення впливу забруднюючих речовин за трьома критеріями лімітуючої небезпеки (ЛОШ): гігієно-токсикологічними (чутливість організмів до дії токсичних речовин), органолептичними (смак, колір і запах) та загально гігієнічними (інтенсивність БСК, мінералізація азотовмісних речовин, розвиток і загибель водних організмів)

Для кожної ЛОШ визначають порогову концентрацію (ефективну концентрацію) та підпорогову концентрацію (неефективну концентрацію), які потім використовують для визначення порогової концентрації речовини [26]. Санітарні ГДК не призначені для захисту екологічного благополуччя водних об'єктів, їх метою є забезпечення безпечних умов для використання води людиною. Застосовуються лише для водних об'єктів, призначених для господарсько-питного водокористування.

Поява нових джерел і зростання забруднення зумовили необхідність розглядати питання обмеження шкідливих впливів не тільки з точки зору безпеки людини, але й з точки зору водних екосистем. Незалежна система рибогосподарських ГДК стала основою для організації рибальства та аквакультури з метою захисту водних об'єктів.

Проте, не дивлячись на деяку прогресивність, рибогосподарські норми не враховують всі параметри, які є важливими для благополуччя водної екосистеми, тому важливо інтегрувати нормативи, прийняті в Україні з нормативами, затвердженими для європейських країн. Це особливо важливо для оцінки якості водних екосистем транскордонних водних об’єктів.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Основні гідрохімічні показники питних водозаборів нижньої ділянки р. Дунай

Відповідно до даних лабораторії моніторингу вод БУВР річок Причорномор’я та нижнього Дунаю нами були проаналізовані гідрохімічні показники якості води за 2 пунктами моніторингу (постів спостереження) питних водозаборів нижньої ділянки р. Дунай

Пост спостереження № 1 (п1) − ID 27271, р. Дунай, 48 км, м. Кілія, питний водозабір.

Пост спостереження № 2 (п2) − ID 27272, р. Дунай, 20 км, м. Вилкове, питний в/з.

У пробах води, відібраних з посту спостереження № 1 (табл. 3.1.1) зафіксовано перевищення нормативів ГДК по БСК5 з січня-лютого до квітня-листопада, де концентрація змінювалась в межах 1,1-1,5 ГДКр. Концентрація розчиненого кисню у воді дослідженої ділянки була у межах 8,40−9,80 мг О2/дм3 в травні-серпні. В цілому висока концентрація розчиненого кисню у воді дослідженого водотоку сприяла більш інтенсивному окисненню органічних речовин у воді аеробними мікроорганізмами. Це в свою чергу позитивно впливало на процеси самоочищення даної водної екосистеми за досліджений період.

Концентрація сульфатів, хлоридів та завислих речовин у воді р. Дунай не перевищувала значення ГДК і відповідала нормативам для вод рибогосподарського призначення.

Показники азоту амонійного NH4+ перевищували значення ГДКр в лютому-березні та липні (табл. 3.1.2.). Значення за зазначений період склали 2,2-11,6 ГДКр.

Таблиця 3.1.1 – Гідрохімічні показники води (п1) ID 27271, р. Дунай, 48 км, м. Кілія, питний водозабір

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | БСК5 | Завислі речовини | Розчинений кисень | Сульфат-іони | Хлорид-іони |
| 16.01.2023 | 2.20 | 12.0 | − | 51.2 | 26.6 |
| 13.02.2023 | 2.29 | 20.6 | − | 89.6 | 17.7 |
| 13.03.2023 | 2.00 | 12.0 | − | 44.5 | 35.5 |
| 24.04.2023 | 3.00 | 18.39 | − | 85.3 | 26.6 |
| 22.05.2023 | 2.60 | 14.19 | 9.59 | 64.7 | 35.5 |
| 12.06.2023 | − | 11.0 | 9.80 | 50.3 | 26.6 |
| 17.07.2023 | 2.20 | 8.0 | 8.40 | 80.0 | 26.6 |
| 21.08.2020 | 2.89 | 19.0 | 8.90 | 68.3 | 26.6 |
| 13.11.2023 | 2,20 | 7.79 | − | 64.9 | 35.5 |

Проте, показники азоту нітритного перевищували значення ГДК у 61.3-111.3 рази у березні-серпні, а взимку цей показник перевищував значення ГДКр в 1,5-3,6 рази.

Також було виявлено перевищення значень ХСК на рівні в 2,7-7,6 разів, а його значення коливались у межах від 5,3 мг/дм3 (квітень) до 15,2 мг/дм3 (липень).

Концентрація фосфатів та нітратів у воді нижньої ділянки р. Дунай в районі питного водозабору не перевищувала значення ГДК та відповідала нормативам рибогосподарського призначення.

У пробах води з питного водозабору біля м. Вилкове (п.2) (табл. 3.1.3) виявлено перевищення концентрації БСК5 в межах від 1,05 ГДКр. (липень) до 1,5 ГДКр. (квітень).

Таблиця 3.1.2 – Гідрохімічні показники води (п1) ID 27271, р. Дунай, 48 км, м. Кілія, питний водозабір

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | Амоній-іони | Нітрат-іони | Нітрит-іони | Фосфат-іони | ХСК |
| 16.01.2023 | − | 7.29 | 0.12 | 0.36 | 14.0 |
| 13.02.2023 | 2.24 | − | 0.29 | 0.43 | − |
| 13.03.2023 | 1.09 | 4.00 | 5.00 | 0.31 | 14.2 |
| 24.04.2023 | 0.10 | 2.39 | 8.00 | 0.26 | 5.3 |
| 22.05.2023 | 0.13 | 2.00 | 8.90 | 0.16 | − |
| 12.06.2023 | 0.48 | 2.39 | 4.90 | 0.32 | 9.0 |
| 17.07.2023 | 5.80 | 2.39 | 8.20 | 0.35 | 15.2 |
| 21.08.2020 | − | 2.39 | 5.00 | 0.36 | − |
| 13.11.2023 | 0.32 | 2.79 | 0.02 | 0.18 | 9.3 |

Концентрація завислих речовин у воді дослідженого водотоку перевищувала значення ГДКр в лютому-травні та в серпні місяці. Перевищення нормативів цього показника була у межах 1,02-1,82 рази.

Концентрація розчиненого кисню у воді дослідженого водосховища була високою і відповідала нормативам. Так, вміст розчиненого кисню у воді дослідженої ділянки водотоку був у межах 8,70-12,19 мг О2/дм3 в лютому-листопаді, що більше нормованого показника (6 мг О2/дм3).

Концентрації сульфат-іонів та хлорид-іонів мали нижчі показники порівняно з ГДК і відповідали вимогам для водойм рибогосподарського призначення.

Таблиця 3.2.3 – Гідрохімічні показники води (п2) ID 27272, р. Дунай, 20 км, м. Вилкове, питний водозабір

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | БСК5 | Завислі речовини | Розчинений кисень | Сульфат-іони | Хлорид-іони |
| 12.01.2023 | 1.6 | 9.40 | − | 11.2 | 7.4 |
| 13.02.2023 | 2.2 | 24.00 | 12.19 | 89.6 | 17.7 |
| 13.03.2023 | − | 20.60 | 11.00 | 41.6 | 35.5 |
| 24.04.2023 | 3.0 | 26.19 | − | 61.3 | 35.5 |
| 22.05.2023 | − | 36.39 | 9.80 | 70.4 | 35.5 |
| 12.06.2023 | − | 14.00 | 9.80 | 62.3 | 26.6 |
| 17.07.2023 | 2.1 | − | 8.70 | 80.0 | 26.6 |
| 21.08.2023 | 2.9 | 20.39 | 8.90 | 56.3 | 26.6 |
| 13.11.2023 | 2.3 | 8.00 | 9.80 | 74.5 | 35.5 |

Показники азоту амонійного NH4+ перевищували значення ГДКр в лютому (6,7 ГДК) та листопаді (2,3 ГДК) (табл. 3.2.4).

Високі значення нітрит-іонів було зареєстровано нами в створі №2 протягом семи місяців (лютий-серпень) дослідження і перевищувало ГДКр. від 1,3 до 118,8 разів. Також було виявлено перевищення значень показника ХСК в 3,6−7,6 разів, а його значення коливались у межах від 7,2 мг/дм3 (квітень) до 15,2 мг/дм3 (липень).

Концентрація фосфатів та нітратів у воді нижньої ділянки р. Дунай в районі питного водозабору біля м. Вилкове не перевищувала значення ГДК і відповідала нормативам рибогосподарського призначення.

Таблиця 3.1.4 – Гідрохімічні показники води (п2) ID 27272, р. Дунай, 20 км, м. Вилкове, питний водозабір

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | Амоній-іони | Нітрат-іони | Нітрит-іони | Фосфат-іони | ХСК |
| 12.01.2023 | − | − | − | − | − |
| 13.02.2023 | 3.37 | 4.59 | 0.10 | 0.50 | − |
| 13.03.2023 | − | 2.00 | 5.90 | 0.16 | − |
| 24.04.2023 | − | 4.20 | 0.15 | 0.23 | 7.2 |
| 22.05.2023 | 0.35 | 1.60 | 8.90 | 0.26 | − |
| 12.06.2023 | 0.27 | 2.20 | 9.50 | 5.00 | 9.0 |
| 17.07.2023 | 0.24 | 3.12 | 0.12 | 0.23 | 15.2 |
| 21.08.2023 | − | 1.60 | 8.00 | 0.83 | 10.8 |
| 13.11.2023 | 1.17 | 2.60 | 0.002 | 0.17 | 12.0 |

Концентрація БСК5 за весь період дослідження питних водозаборів перевищувала значення ГДКр. у 1,05-1,5 рази. Концентрація хімічного споживання кисню (ХСК) з січня по листопад 2023 р. перевищували рибогосподарський норматив більш ніж у 2,7-7,86 рази. Перевищення концентрації нітрит-іонів у воді дослідженого водотоку складало 1,3-118,8 ГДКр.

Концентрація інших гідрохімічних показників (сульфат-іони, хлорид-іони, фосфат-іони та нітрат-іони) переважно не перевищували ГДК. Концентрація розчиненого кисню у воді дослідженого водотоку була високою і також відповідала нормативам.

За результатами дослідження (табл. 3.1.5) показників якості води питних водозаборів дослідженого водотоку виявлено показники індексу забруднення води (ІЗВ) на двох постах спостереження. На досліджуваному водотоці в районі м. Кілія ІЗВ змінювався в межах 1,13 (листопад) – 19,35 (липень), а в районі м. Вилкове – 0,75-20,98.

Таблиця 3.1.5 – Результати розрахунку Індексу забруднення води (ІЗВ) питних водозаборів на нижній ділянці р. Дунай

|  |  |
| --- | --- |
| Місяць | ІЗВ |
| п1\* | п2\* |
| Січень | 1,75 | − |
| Лютий | 1,69 | 1,45 |
| Березень | 12,16 | 12,68 |
| Квітень | 17,41 | 1,41 |
| Травень | 18,92 | 19,08 |
| Червень | 11,25 | 20,98 |
| Липень | 19,35 | 0,64 |
| Серпень | 10,84 | 18,22 |
| Листопад | 1,13 | 0,75 |

Примітка. п1\* – пост спостереження № 1 − ID 27271, р. Дунай, 48 км, м. Кілія, питний водозабір. п2\* – пост спостереження № 2 − ID 27272, р. Дунай, 20 км, м. Вилкове, питний водозабір.

За результатами проведених досліджень (табл. 3.1.6) якість поверхневих вод в районах питних водозаборів за індексом забруднення води (ІЗВ) встановлена як вода «надзвичайно брудна» VII класу у більшості випадків та вода «помірно забруднена-чиста» III-I класу лише в січні-лютому й листопаді. Лише в липні місяці поверхневі води водотоку на питному водозаборі біля м. Вилкове були віднесені до I класу якості «дуже чиста».

Таблиця 3.1.6 – Оцінка якості води питних водозаборів на нижній ділянці р. Дунай в 2023 р.

|  |  |
| --- | --- |
| Місяць | Якісна оцінка ступеня забруднення |
| пост спостереження № 1 | пост спостереження № 2 |
| Клас якості води | Ступінь чистоти | Клас якості води | Ступінь чистоти |
| Січень | III | помірно забруднена | − |  |
| Лютий | III | помірно забруднена | III | помірно забруднена |
| Березень | VII | надзвичайно брудна | VII | надзвичайно брудна |
| Квітень | VII | надзвичайно брудна | VII | надзвичайно брудна |
| Травень | VII | надзвичайно брудна | VII | надзвичайно брудна |
| Червень | VII | надзвичайно брудна | VII | надзвичайно брудна |
| Липень | VII | надзвичайно брудна | I | дуже чиста |
| Серпень | VII | надзвичайно брудна | VII | надзвичайно брудна |
| Липень | III | помірно забруднена | II | чиста |

Для води VII класу «надзвичайно брудна» характерні значні концентрації забруднюючих речовин, що робить її обмежено придатною для багатьох видів використання.

Дуже важливо вжити негайні заходи для зменшення забруднення води і відновлення її якості до прийнятних рибогосподарських нормативів.

Існує кілька способів відновлення річкових екосистем, залежно від тяжкості завданої екосистемі шкоди. Найпоширеніші методи включають:

1. Відновлення прибережних зон.

2. Відновлення заплав і водно-болотних угідь.

3. Усунення штучних бар’єрів на шляху вільної течії річок.

4. Відновлення річкових меандр.

3.2 Визначення біологічних показників та вмісту шкідливих речовин у воді.

В першу чергу серед біологічних показників якості вод в різних водозаборах нижньої частини Дунайського басейну визначали видовий склад та кількість умовно – патогенних та лактопозитивних (ЛКП) мікроорганізмів. Результати аналізу отриманих даних наведені в табл. 3.2.1.

Таблиця 3.2.1– Ідентифікація умовно-патогенних бактерій

|  |  |
| --- | --- |
| Пункти відборупроб | Період дослідження |
| травень | липень | жовтень |
| р. Дунай вищем. Рені | ЛКП – 7,1%;умовно-патогенні:Citrobacter sp.,Enterobacter sp. іProteus sp.,Pseudomonas sр. | ЛКП – 53,3%;умовно-патогенні:Enterobacter sp.Citrobacter sp.,.Proteus sp.,Pseudomonas sр. | ЛКП – 86,8% ;умовно-патогенні:Enterobacter sp.Citrobacter sp.,Proteus sp.,Pseudomonas sр. |
| Рукав Кілійський(біля м. Ізмаїл) | ЛКП – 42,9%;умовно-патогенні:Citrobacter sp.,Enterobacter sp.,Proteus sp.,Bacillus sp;Enterococus sр. | ЛКП – 62,3%;умовно-патогенні:Citrobacter sp,Enterobacter sp.,Proteus sp.;Pseudomonas sр.,Enterococus sр | ЛКП – 41,5%;умовно-патогенні:Citrobacter sp,Enterobacter sp.,Proteus sp.;Bacillus sp.Pseudomonas sр.,Enterococus sр |
| Рукав Кілійський(нижче м. Кілія) | ЛКП – 48,4% ;Умовно-патогенні:Citrobacter sp,Enterobacter sp.,Proteus sp.,Bacillus sp | ЛКП – 48,8%;Умовно-патогенні:Enterobacter sp.,Proteus sp.Bacillus sp,Pseudomonas sр | ЛКП – 9,7%;Умовно патогенні:Citrobacter sp,Enterobacter sp.,Proteus sp,Bacillus sp |
| Рукав Кілійський (вищем. Вилкове) | ЛКП – 28,6 %;умовно-патогенні:Citrobacter sp,Enterobacter sp.,Proteus sp.,Pseudomonas sр.,Enterococus sр. | ЛКП – 49,7%;умовно-патогенні:Citrobacter sp,Enterobacter sp., Proteus sp.,Pseudomonas sр.,Enterococus sр | ЛКП – 48,9%;умовно-патогенні:Citrobacter sp.,Enterobacter sp.,Proteus sp,Enterococus sр. |
| Рукав Бистрий(9-ий км) | ЛКП – 80%; умовно патогенні:Citrobacter sp., Enterobacter sp.,Bacillus sp.,Pseudomonas sр.,Enterococus sр. | ЛКП –13,7%;умовно-патогенні: Citrobacter sp.,Enterobacter sp., Proteus sp.,Pseudomonas sр.,Enterococus sр. | ЛКП – 57,6%;умовно-патогенні:Citrobacter sp., Enterobacter sp., Proteus sp., Bacillus sp.,Pseudomonas sр. |

Найвищі показники спостерігались у м. Вилкове в літній сезон з перевищеннями показника у 9,6 - 14 разів, біля м. Ізмаїла у 6,1 - 9,2 разів; біля Кілії у 3,2 - 7,6 рази.

 Показники підвищення ЛКП свідчать про присутність фекального забруднення у всіх точках відбору проб [27]. У всіх пробах води також були присутні умовно-патогенні ентеробактерії: Proteusr sp., Citrobacter sp., Enterobacter sp., а також Bacillus sp., Pseudomonas sp. і Enterococus sр.

У відсотковому відношенні ЛКП, що нормується санітарним законодавством, складала, більше 50% у воді р. Дунай вище м. Рені (літні і осінні проби), рукава Бистрого (весняні, осінні проби), рукава Кілійського біля м. Ізмаїл (літні проби). У пробах, відібраних із Кілійского рукава нижче м. Кілія і вище м. Вилкове переважали умовно-патогенні ентеробактерії. Представники таких угруповань мікроорганізмів, як Citrobacter sp., Bacillus sp., Pseudomonas sp., Enterococus sр. у водні об’єкти потрапляють зі стічними комунальними водами, зливовими стічними водами і зі змивами з полів [28].

З неочищеними або недостатньо очищеними стічними водами в водні об’єкти потрапляють патогенні ентеробактерії родини Salmonela, які відносяться до дуже небезпечних збудників захворювань [20].

Результати кількісного визначення збудників Salmonella spp. в дельті р. Дунай в таблиці 3.2.2:

Таблиця 3.2.2 – Визначення збудників захворювань Salmonela sp.

|  |  |
| --- | --- |
| Пункти відбору проб | Період відбору проб |
| травень | липень | жовтень |
| наявність або відсутність збудників |
| р. Дунай вищем. Рені | - | + | - |
| Рукав Кілійський(біля м. Ізмаїл) | - | + | - |
| Рукав Кілійський(нижче м. Кілія) | + | + | + |
| Рукав Кілійський(вище м. Вилкове) | + | + | + |
| Бистрий (9-ий км) | - | + | + |
| Примітка. «+» – визначені; «-» – відсутні |

Проведене тестування проб води свідчило про наявність Salmonela sp. у більшості пробах води, що досліджувались. Так, Salmonela sp. визначена у всіх пробах води з рукава Кілійський, що вище м. Вилкове і нижче м. Кілія; у пробах з рукава Бистрий (9-ий км) визначена влітку і восени; у пробах води, відібраних вище м. Рені і біля м. Ізмаїл – влітку. Наявність Salmonela sp. у воді свідчить про потенційну епідемічну загрозу

Отже, співвідношення патогенних та інших мікроорганізмів може визначити зміни в екосистемі. Можна спрогнозувати розвиток самоочищення та вжити заходів для антропогенного впливу на водні екосистеми. Необхідно вжити заходи для усунення або зменшення впливу на водні екосистеми [29,39].

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Використання заходів безпеки під час збору та аналізу водних зразків

Однією з основних передумов якісного реагування на події, пов'язані з небезпечними хімічними речовинами, є якісна та своєчасна ідентифікація небезпечних речовин, їх властивостей та небезпеки [30].

Загальний процес відбору проб складається з наступних етапів:

* збір інформації про інцидент;
* підготовка процедур відбору проб;
* визначення місць відбору проб і плану відбору проб;
* визначення засобів індивідуального захисту;
* визначення складу та роботи групи з відбору проб;
* інформування про вимоги безпеки під час відбору проб.

Необхідно провести попередню оцінку і рекомендується зібрати наступну інформацію:

* короткий опис події, що сталася;
* характер загрози (ознаки, вплив на місцеве середовище або організми.(наприклад, зміна кольору листя або води, загиблі тварини тощо);
* Зонування місця аварії, розташування небезпечних зон і точок входу та виходу (пункти) в'їзду та виїзду аварійно-рятувальних бригад; місця спеціальної обробки;
* погодні умови.

Підготовка до відбору проб повинна починатися після отримання інформації про небезпечну подію та огляду місця події.

 На етапі підготовки до відбору проб рекомендується:

* визначити місце відбору проб;
* визначити тип і кількість зразків, що відбираються; і
* скласти план місця відбору проб;
* визначити входи та виходи із забрудненої території;
* підготувати маршрут для групи відбору проб з урахуванням часу роботи та засобів захисту;
* визначити засоби індивідуального захисту;
* визначити склад та завдання групи;
* продемонструвати вимоги безпеки під час відбору проб.

Провести попередній якісний та кількісний хімічний аналіз НХР за допомогою доступних портативних хімічних аналізаторів перед процедурою відбору проб.

1. Метод визначення місця та спосіб відбору проб варіюється від групи до групи.

2. Детерміновані методи використовуються, коли можна чітко визначити місце та ціль вибірки. Тип зразка в цьому випадку визначається шляхом обстеження об'єкта. Джерело небезпеки, маркування на контейнері, характер впливу на навколишнє середовище, фізичні та хімічні властивості зразка Фізичні та хімічні властивості речовини, яку можна виявити візуально, та симптоми потерпілого[31].

На основі власного судження та результатів вимірювальних приладів група з відбору зразків самостійно визначає місце та результат відбору. На місці аварії відібрати певну кількість зразків з метою ідентифікації речовину/речовину, що підлягає ідентифікації.

3. Систематичний метод застосовується шляхом складання координатної сітки на місці події. Координатна сітка. Сітка спочатку наноситься на карту, а потім на місцевість.

Сітка наноситься на карту місця аварії. Сітка наноситься на карту місця аварії з урахуванням масштабу карти і розміру квадратів сітки (наприклад, розмір одного квадрата). Параметри координатної сітки визначає керівник групи. Координати кожної точки квадрата сітки також повинні бути вказані. Для фізичного розміщення сітки на відкритому повітрі можна використовувати такі способи -на відкритому повітрі - за допомогою жердин і мотузок, а в приміщенні – за допомогою крейди. Маркери також можуть бути використані, якщо забруднена територія велика. В якості маркерів можна використовувати GPS-координати і наносити їх на карту [32]. При систематичному методі зразки відбираються з кожного квадрата сітки. Це збільшує загальну кількість зразків, що відбираються, але не обмежує тип зразка, що відбирається.

Тип зразка, що відбирається, не обмежується. Систематична вибірка зменшує ймовірність помилок і можливість пропуску важливих вибірок. Детерміновані методи мають потенційну можливість пропустити важливі вибірки. Результати відбору проб, коли вони нанесені на карту, можуть бути використані для зображення забруднених територій. Цей метод вимагає обладнання, персоналу і часу, а також відбору великої кількості зразків, що може перевищувати аналітичні можливості лабораторії.

4. Гібридні методи використовуються для визначення місця відбору зразків. Для визначення місць відбору зразків також використовується відбір зразків за сіткою [33]. Необхідність відбору зразків з кожної конкретної точки цієї сітки не є обов'язковою вимогою для інформації про аварію, візуальних спостережень Таким чином, кількість зразків, які можуть бути відібрані, може бути зменшена порівняно з систематичними методами, але ймовірність відбору зразків, що містять невідомі речовини, зростає.

Відбір проб води та інших рідин

1. Перед початком процедури відбору проб води або інших рідин за можливості тричі промити всі матеріали, які можуть контактувати з пробою, тією самою водою (або рідиною), що відбирається.

2. Під час відбору проб води для виявлення можливого забруднення природних водойм (річок, озер, ставків тощо) відбір проб здійснюють у кількох місцях з урахуванням характеристик водойми. Контрольну пробу потрібно відбирати 150-200 м вище за течією від місця інциденту, другу пробу – в пункті водокористування, третю пробу – нижче за течією від місця інциденту (забруднення). Для проведення досліджень бажано мати дані з гідрологічного режиму (швидкості течії). Відбір проб рекомендовано проводити з обох берегів і посередині річки.

3. У разі використання водойми, з якої необхідно відібрати пробу, як джерела централізованого водопостачання, проби потрібно відбирати в точці на рівні водозабору (по ширині і глибині водойми). При децентралізованому водопостачанні – біля берега (5-10 м) на глибині 1 метр. При використанні водойми для масового купання проби можуть бути відібрані і біля берега і посередині водойми на глибині 30-50 сантиметрів.

4. Визначення глибини відбору зразків залежить від попереднього аналізу фізико-хімічних властивостей речовини, з якою стався інцидент. Наприклад, нафтопродукти (бензин, гас) треба відбирати на поверхні водойми, речовини з великою питомою вагою – з дна [34,37].

5. Будь-які плівки або покриття на поверхні води рекомендовано відібрати відповідно до інструкцій до типу зразка В03( таблиця 4.1.1)

Таблиця 4.1.1 – Рекомендована кількість та об’єм речовини для відбору

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Кодовепозначення типу проби | Тип проби | Кількість/об'єм |
| В01 | Загальна проба води | 4 пляшки по 500 мл |
| В02 | Проба води з глибини | 4 пляшки по 500 мл |
| В03 | Рідка проба (поверхневі водніплівки, рідина калюж тощо) | 1 – 5 заповнених піпеток |

1. Для відбору цільних проб води підготуйте скляні пляшки об'ємом 500 мл. Опустіть пляшку у воду повністю. Зачекайте, поки не з'являться бульбашки повітря. Зачекайте, поки не з'являться бульбашки повітря. Рекомендований перелік засобів (матеріалів) для відбору загальної проби води (див. у додатку А).

2. Якщо глибина води занадто мала, щоб виконати цю процедуру, використовуйте мірний стакан або совок, щоб наповнити пляшку водою за допомогою лійки. Наповніть пляшку водою за допомогою мірного стаканчика або черпака та лійки. Закрийте її кришкою, щоб запобігти утворенню бульбашок повітря. Якщо є мірний стаканчик (або інша ємність), налийте в нього ще 100 мл досліджуваної води. Проведіть вимірювання (див. додаток В).Заповнити бланки (див. додатки C, D, E, F)

3. Виміряйте температуру повітря та води за допомогою термометра. Виміряйте рН води за допомогою індикаторної смужки. Всі значення рекомендується записати всі значення на бланку, що додається.

4.2 План дій у випадку виникнення надзвичайних ситуацій під час дослідження або роботи на гирловій ділянці р. Дунай

На виконання наказу Держводгоспу «Щодо вжиття заходів на р. Дунай» Дунайське басейнове управління водних ресурсів забезпечує постійний контроль за якісними станом вод р. Дунай та інформування місцевих органів влади і водокористувачів про якість води. Станом на 20.10.2010 р. погіршення якості води на українській частині р. Дунай не спостерігалося. Ситуація щодо якісного стану вод на українській частині р. Дунай та в районах водозаборів відслідковується службами Держводгоспу і знаходиться на постійному контролі. За даними басейнової лабораторії моніторингу поверхневих вод Дунайського БУВР 20 жовтня на 15 год. показники якості води (важкі метали) на українській ділянці р. Дунай у межах норми і не перевищують фонових значень. Підтримується постійний зв'язок з Румунською стороною щодо якості води по в/п Basias (1072 км р. Дунай).

Відділами КВВР (Рені, Ізмаїл, Кілія, Вилкове) ведеться пильний контроль за дотриманням режиму водообміну Придунайських водосховищ. На цей час загрози забруднення водосховищ не існує – йде скид води з водосховищ Ялпуг, Кугурлуй, Картал, Катлабух, Китай в р. Дунай. Питання якості питної води та води р. Дунай залишаються на контролі.

Головним управлінням МНС України в Одеський області підготовлено наказ про підвищення оперативної готовності, яким введено посилений варіант несення служби з 8:00 9 жовтня до особового розпорядження. Загальне керівництво силами та засобами підрозділів МНС по забезпеченню техногенної безпеки, а також для координації дій з відомствами й установами, покладено на оперативний штаб Головного управління МНС в Одеській області, робота якого розгорнута з 9 жовтня.

МКАРЦ у м. Одесі ДСАРСВО постійно контактує з питань забезпечення реагування на потенційне забруднення р. Дунай з ГУ МНС України в Одеській області та Оперативним штабом.

Цей план вводиться в дію у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайної ситуації техногенного, природного, соціального та воєнного характеру, а також у разі виникнення надзвичайної ситуації вищого рівня - керівництво об'єктової ланки територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту вступає в дію з метою проведення першочергових евакуаційних заходів до введення в дію планів евакуації місцевого, регіонального та державного рівня, згідно з рішенням комісії з питань ТЕБ та НС [35,36,38].

Евакуація здійснюватиметься на державному, регіональному, місцевому та об'єктовому рівнях.

Залежно від особливостей надзвичайної ситуації, евакуація може бути наступних видів

1) обов'язкова евакуація

2) загальна або часткова

3) тимчасова або постійна

Відповідно до законодавства, обов'язковій евакуації підлягають усі мешканці, якщо

* існує загроза аварії з викидом радіоактивних або небезпечних хімічних речовин;
* катастрофічного затоплення місцевості;
* землетрус;
* великі лісові або торф'яні пожежі;
* зсуви, інші геологічні та гідрогеологічні явища і процеси, збройні конфлікти.

Надзвичайні ситуації, пов'язані з катастрофічними повенями, великими лісовими та торф'яними пожежами, малоймовірні на гирловій ділянці р. Дунай.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу гідрохімічних показників води з різних питних водозаборів на нижній ділянці р. Дунай було встановлено перевищення нормативів головним чином для чотирьох показників – азоту нітритного, азоту амонійного, біохімічного споживання кисню та хімічного споживання кисню, що свідчить про високий рівень органічного забруднення поверхневих вод даного водного водотоку. Це вказує на потенційні ризики для здоров’я людей та потребу у вжитті негайних заходів для зменшення забруднення поверхневих вод.
2. За результатами дослідження якість води на посту спостереження № 1 – питний водозабір р. Дунай, 48 км, м. Кілія відповідає VII класу «надзвичайно брудна» вода, та III класу «помірно забруднена» вода.
3. За результатами дослідження якість води на посту спостереження № 2 – питний водозабір р. Дунай, 20 км, м. Вилкове відповідає VII класу «надзвичайно брудна» вода, та I-III класу «дуже чиста−помірно забруднена» вода.
4. Для використання води з цих джерел, для питного водопостачання рекомендується проводити очищення води на водопровідних станціях щодо покращення загальних санітарно-хімічних властивостей води.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Авраменко Л.М. Забезпечення населення якісною і безпечною питною водою – пріоритетне завдання охорони здоров’я // Східноєвропейський журнал громадського здоров’я, 2011. № 1. С. 53-55.
2. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (із внесеними змінами): ДСанПіН 2.2.4-171-10 / МОЗ України. Київ, 2012. 55 с
3. Оцінка якості поверхневих вод за сполуками нітрогену та особливості антропогенного впливу в аспекті управління водними ресурсами річки бистряк / З. Лавринюк та ін. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2022. № 4. С. 39–45.
4. Афанасьев С. А. Русловые процессы как фактор изменения структуры донных сообществ в горных реках // Наук, зап. Терноп. держ. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер.: Віол., Спец. вип.: Гідроекологія, 2001. № 3 (14). С. 25-26.
5. Кукурудза С., Перхач О. Використання та охорона водних ресурсів. Навчальний посібник. Львів, 2009. 304 с.
6. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ/А.И. Денисова, В.М. Тимченко, Е. П. Нахшина и др. -К.: Наук, думка, 1989. 216 с.
7. Pantle R., Buck H. Die biologische – bberwachung der Gewflsser und die Darstellung der Ergebnisse // Gas. u. Wasserfach. 1955. 96, N 18. S. 604.
8. Радиоактивное и химическое загрязнение Днепра и его водохранилищ после аварии на Чернобыльской АЭС / В. Д. Романенко, М. И. Кузьменко, Н. Ю. Евтушенко и др. К.: Наук, думка, 1992. 194 с.
9. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. К., 2001. 48 с.
10. Гаврилець О. Охорона праці в умовах світової кризи. Охорона праці. 2009. № 12 (186)+дод. С. 7–9.
11. Кулько А. В. Проблемні питання вдосконалення міжнародно-правової регламентації навігаційного використання міжнародних рік та міжнародних річкових басейнів Європи. Український часопис міжнародного права. 2013. №1.С. 102 – 107.
12. План управління річковим басейном Дунаю (2025-2030) 2023 р. URL: https://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/plan\_dunay\_2023/purb\_d.pdf
13. Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника, збереження та управління/За ред. акад. HAH України Ю.Р. Шеляг-Сосонко. К.: Наук, думка, 1999. 702 с.
14. Гідроекологічна токсиметрія та біоіндикація забруднень: Теорія, методи, практика використання / ред.: І. Олексіна, Л. Бражинського. Львів : Світ, 1995. 437 с.
15. Гідрологія: лабораторний практикум / А.Є. Гай, О.М. Тихенко, М.М. Радомська, К.Д. Ніколаєв. К:НАУ, 2019. 82 с
16. Зоріна О. В. Імплементація в Україні директиви 98/83/ЄС про якість води, призначеної для споживання людиною. Гігієна населених місць. 2014. Вип. 63. С. 85–93.
17. Клименко В.Г. Загальна гідрологія: навчальний посібник для студентів /В .Г. Клименко. – Харків, ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. 254 c.
18. Екологічні проблеми пониззя Дунаю, біорізноманіття та біоресурси озерно-болотного ландшафту дельти / Т. А. Харченко, В. М. Тимченко, О. І. Іванов та ін. К.: Інтерекоцентр, 1998. 91 с.
19. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк та ін. К.: СИМВОЛ -Т, 1998. 28 с.
20. Кратко О. Параметри хімічного складу водних об’єктів та їх вплив на якість води. Lesya Ukrainka Eastern European National University Scientific Bulletin. Series: Biological Sciences. 2018. № 7(356). С. 115–118
21. Левківський С.С., Хільчевський В.К., Ободовський О.Г. Загальна гідрологія.– К.: Фітосоціоцентр, 2000. 264 с.
22. Мислюк О. О., Хоменко О. М., Єгорова О. В. Сучасні природні й антропогенні загрози екологічному благополуччю прісноводних екосистем. Вісник Черкаського державного технологічного університету. 2021. № 4. С. 120–130.
23. Міхєєв А. О. Мікробіологічні аспекти якості питної води : thesis. 2016.
24. Некос А.Н., Щукін Г.Г., Некос В.Ю. Дистанційні методи досліджень в екології. Навчальний посібник. – Х: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2007. 372 с.
25. Оцінка якості поверхневих вод за сполуками нітрогену та особливості антропогенного впливу в аспекті управління водними ресурсами річки бистряк / З. Лавринюк та ін. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2022. № 4. С. 39–45.
26. Руденко Л.Е., Яцик А.В., Денисова О.І., Серебрякова Т.М., Чернявська А.П. та ін. Екологічна оцінка сучасного стану поверхневих вод України // Укр. геогр. журн. 1996. № 4. С. 3–13.
27. Пелешенко В.І., Хільчевськикй В.К. Загальна гідрохімія. К.: Либідь, 1997. 384 с.
28. Яцик А.В., Мокін В.Б., Єзловецька І.Є. Екологічна оцінка якості поверхневих вод Вінницької області. – К., 2012
29. Кичко I., Холодницька A. Раціональне водокористування в контексті забезпечення населення якісною питною водою, збереження здоров’я та тривалості життя. Problems and prospects of economic and management. 2021. № 2(26). С. 7–17.
30. Лотоцька I. В., Кондратюк В.А., Кучер С.В. Якість питної води як одна з детермінант громадського здоров’я в західному регіоні України. Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. 2019. № 1. С. 12–18.
31. Осокіна Н.П.. Пестициди в підземних водах України і здоров’я. Мінеральні ресурси України. 2021. № 2. С. 38–43.
32. Prokopov V. O., Zorina О. V. Results of the hygienic monitoring of drinking water with improved quality in ukraine. Hygiene of populated places. 2019. Vol. 2019, no. 69. P. 72–78.
33. Снісар Л., Ліксунова Л. Протокол контролю хімічної та бактеріологічної безпеки води для гемодіалізу/гемодіафільтрації. Ukrainian journal of nephrology and dialysis. 2018. № 3(59). С. 3–9
34. Вареник O. Категоріально-понятійний апарат локального правового регулювання охорони праці. Juridical science. 2020. № 6(108). С. 279–288.
35. Проблема якості питної води : thesis / О. П. Будьоний та ін. 2009.
36. Соколовська А., Петруша Ю. Дослідження якості питної води за показником вмісту тригалогенметанів. Λόгoς. мистецтво наукової думки. 2019. № 8. С. 78–80.
37. Хільчевський В.К. Водопостачання і водовідведення: гідроекологічні аспекти К.: ВЦ Київський університет, 1999. 319 с.
38. Клименко В .Г. Загальна гідрологія: Навчальний посібник для студентів. Харків, ХНУ, 2008. 144 c
39. Goodnight С. J., Whitley L. S. Oligochaetes as indicators of pollution // Proc. 15-th Int. Waste Conf., Pardue Univ., Eht. ser. 1961. 106. P. 139–142.

**ДОДАТКИ**

**Додаток А**

|  |
| --- |
| Загальна проба води (В01) |
| 1 | 2 |
| Ґумовий килимок (або еквівалент) |  |
| Етикетки |  |
| Супровідна форма |  |
| Ручка водостійка (лабораторний маркер) |  |
| Пляшки скляні, 500 мл |  |
| Фольга алюмінієва |  |
| Рушники паперові |  |
| Пакування для знезараження (щільний поліетиленовийпакет із застібкою) |  |
| Папір індикаторний |  |
| Черпак |  |
| Мірна посудина |  |
| Лійка для сипучих речовин |  |
| Пінцет з гачком |  |
| Скляний термометр |  |

**Додаток В**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Промийте скляну пляшку об’ємом 500 мл пробою води тричі Примітка. Не зливайте води назад на ділянку відборуПроби. |  |
| 2 | * Опустіть скляну пляшку під воду та зачекайте поки вона наповниться.
* Закоркуйте під водою
 |
| Якщо крок 2 неможливий | * Помістіть лійку на скляну пляшку об’ємом 500 мл.
* Наповніть пляшку за допомогою мірної посудини або черпака до переливу і закоркуйте з якомога меншою кількістю повітряних бульбашок.
 |  |
| 3 | Залиште або додатково наберіть близько 100 мл води, що відбирається, у мірну посудину для проведення подальших вимірів. |  |
| 4 | * Пляшку з пробою:
* Очистіть та висушіть поверхню.
* Прикріпіть заповнену етикетку або нанесіть маркування лабораторним маркером.
 |  |
| 5 | * Обгорніть пляшку алюмінієвою фольгою, щоб захистити від світла.
 |  |
| 6 | * Виміряйте рН води, що залишилась у мірній посудині.
* Заміряйте температуру води в мірній посудині
 |  |
| 7 | * Заповніть супровідну форму
 |  |
| 8 | * Помістіть пляшку та супровідну форму в пакування для знезараження
* Витисніть повітря з пакування.
* Щільно закрийте для водонепроникності.
 |  |
| 9 | Здійсніть знезараження. |  |

**Додаток С**

****

**Додаток D**

****

**Додаток E**

****

**Додаток F**

****